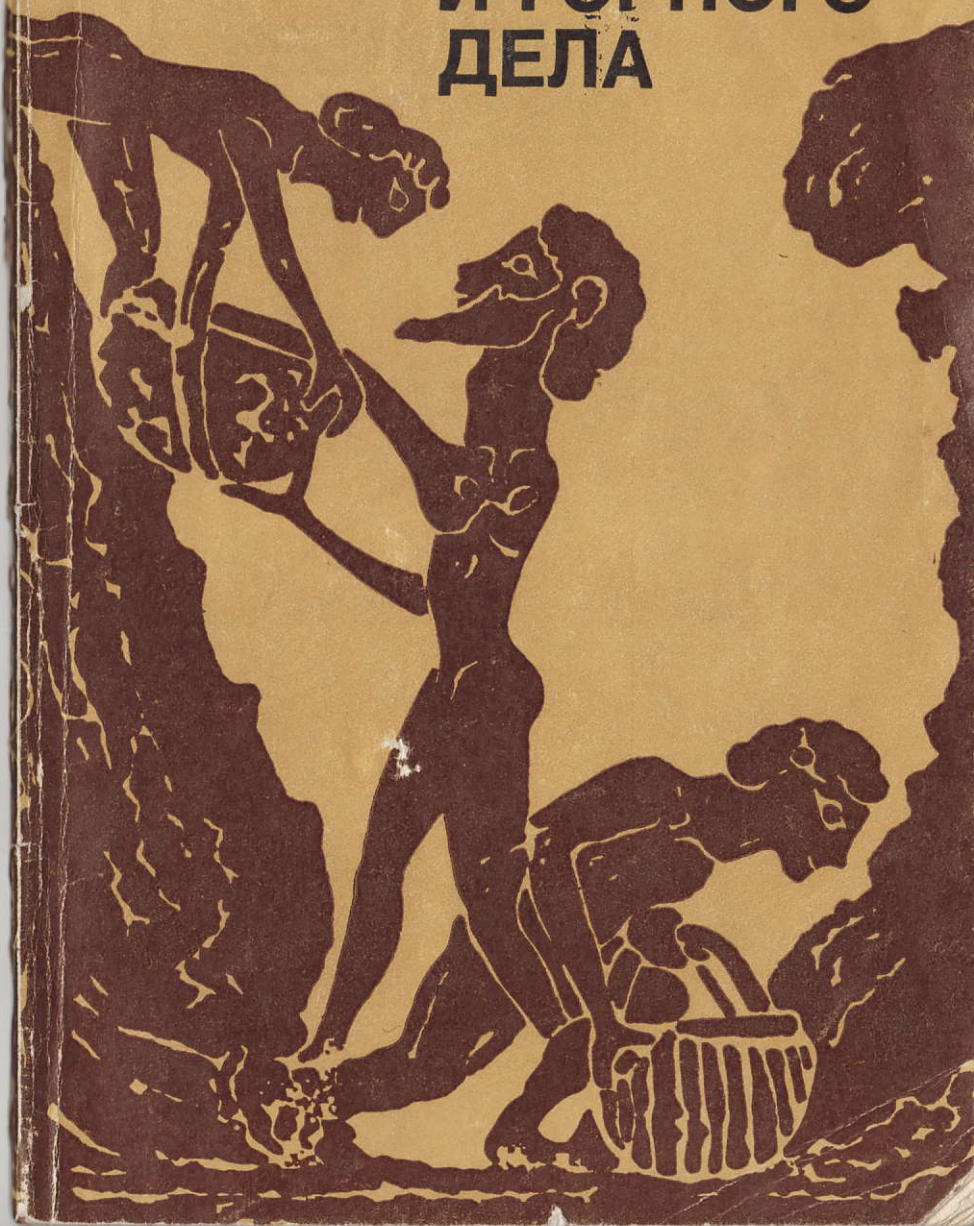


Б.М.РЕБРИК У КОЛЫБЕЛИ
ГЕОЛОГИИ
И ГОРНОГО
ДЕЛА



Р.В.И.

Б.М.РЕБРИК

**У КОЛЫБЕЛИ
ГЕОЛОГИИ
И ГОРНОГО
ДЕЛА**

МОСКВА
«НЕДРА»
1984



ББК 26.3
Р31
УДК [55+622]«65»

Ребрик Б. М. У колыбели геологии и
Р31 горного дела. — М.: Недра, 1984. 128 с.,
ил. 21.

В популярной форме рассказано о развитии геологии и горного дела в античном мире, об истоках появления геологических знаний, древнейших методах поисков, разведки и разработки полезных ископаемых. Приведены интересные сведения об известных античным грекам и римлянам месторождениях полезных ископаемых их местонахождении и геологических особенностях. Рассмотрены способы и технические средства разведки и разработки.

Р 1904050000—012 552
043(01)—84 83—84 ББК 26.3

Рецензент — д-р геол.-минер. наук
М. В. Рац (ЦНИИпроект)

Борис Михайлович Ребрик

У КОЛЫБЕЛИ ГЕОЛОГИИ И ГОРНОГО ДЕЛА

Редактор издательства Л. С. ДМИТРИЕВА
Обложка художника А. А. СМЕРНОВА
Художественный редактор Е. Л. ЮРКОВСКАЯ
Технический редактор О. Ю. ТРЕПЕНОВ
Корректор Е. И. МИКРЯКОВА

ИБ 5087

Сдано в набор 14.09.83. Подписано в печать 02.09.83. Т-20361. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага книжно-журнальная. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 6,72. Усл. кр.-отт. 7,14. Уч.-изд. л. 7,88. Тираж 52 800 экз. Заказ 762/8948-4. Цена 25 коп.

Ордена «Знак Почета» издательство «Недра», 103633, Москва, К-12,
Третьяковский проезд, 1/19

Московская типография № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.

© Издательство «Недра», 1984

ПРЕДИСЛОВИЕ

Независимо от специальности все мы проявляем большое внимание к истории — неисчерпаемому источнику мудрости. Однако, к сожалению, работы, посвященные истории той или иной отрасли знаний, появляются у нас не так уж часто. И объяснить это можно тем, что не каждый специалист может решиться написать о далеком прошлом. Для этого нужна прочная, документальная, а главное систематизированная база. Ведь о прошлом будут читать и твои коллеги, хорошо знакомые с предметом.

Профессор Московского геологоразведочного института им. Серго Орджоникидзе заслуженный изобретатель РСФСР Б. М. Ребрик решил рассказать о том уровне развития геологии и горного дела, который существовал в античный период. Подобранные автором материалы рассказывают, как формировались в античном мире наука и техника, какую роль в развитии общества играли природные ресурсы.

Тщательно собранный большой материал необходимо было систематизировать и расположить таким образом, чтобы читатели поняли, каким путем люди в те далекие времена пришли к пониманию роли сырьевых ресурсов в развитии общества и производительных сил.

Автор рассказал о возникновении ряда общегеологических представлений, остановился на том, как в античную эпоху пытались объяснить такие геологические процессы, как поднятие и опускание суши, вулканизм, выветривание и т. п. Все это потребовало от автора глубокого анализа имеющихся данных и, наконец, умения сжато излагать свои представления о многих сложных вещах. При этом автор в своей работе ссылается на целый ряд авторитетнейших античных ученых: Анаксагора, Демокрита, Эратосфена, Платона, Аристотеля, Эпикура, Полибия, Плиния Старшего и Плиния Младшего, Страбона и др.

Обращение к мыслям ученых античного периода позволяет представить, хотя и очень скупо, их отношение к природным ресурсам. Интересны и мнения этих ученых по поводу различных геологических явлений. Б. М. Ребрик, основываясь на сведениях античных авторов, приводит описание извержений вулканов и сопровождающих их явлений.

Мы привыкли руководствоваться современными представлениями, а между тем нас всегда волнует вопрос, как и когда пришли

ученые к той или иной мысли. Большой интерес вызывают все сведения о месторождениях. Собирая скудные разрозненные сведения о них, автор использует дошедшие до нас материалы Геродота, Фукидида, Тита Ливия, Полибия, Гая Юлия Цезаря, Ювенала, Аммиана Марцеллина и многих других.

Даже по столь небольшому объему приведенных данных специалист может получить представления о месторождениях, методике их отработки, технологии обогащения руд и плавки металлов, существовавших в античную эпоху.

Автор предположил целенаправленность поисков определенных металлов. Но если это так, могли быть в то время свои методы и секреты поисков. А это — уже наука, геологическая наука, со своими, присущими только ей признаками прогноза, поиска и оценки. Автор показал это очень убедительно. Он рассказал и о существовании специальных карт. Вызывают интерес рекомендации Плиния Старшего по поискам россыпного золота, медных и свинцовых руд, трактат Витрувия по методам исследования и испытания качества воды. Уже тогда, как отмечает Б. М. Ребрик, поиски и добыча велись специалистами. Так, по свидетельству Диодора Сицилийского, добыча золота в Древнем Египте велась под руководством «сведущего человека». Большое внимание Б. М. Ребрик уделяет и инженерным изысканиям.

Профессор Б. М. Ребрик — давний и большой поклонник античности, поэтому он и решил написать эту книгу. Пусть наше глубокое уважение к прошлому вызывает желание лучше понять настоящее и предвидеть будущее.

Министр геологии СССР,
Е. А. КОЗЛОВСКИЙ,
лауреат Ленинской премии,
профессор



ВАМ, ЧИТАТЕЛЬ!

Геология — это древнегреческое слово, дошедшее до нас из глубины веков. Им названа область деятельности людей, связанная с изучением, освоением и использованием земных недр. С давних времен люди использовали богатства Земли.

В книге сделана попытка обобщить относительно скудные сведения о древних мастерах геологии и горного дела, о тех, кто первым искал и разрабатывал месторождения полезных ископаемых. Автор хочет познакомить читателей с горными, геологоразведочными и изыскательскими работами эпохи античности, одной из наиболее развитых древних цивилизаций.

Автору хотелось бы, чтобы эту книгу прочли геологи, горняки и изыскатели, принявшие эстафету от древних рудознатцев. Тем, кто еще стоит перед выбором профессии, автор расскажет, что геология и горное дело имеют древнейшие традиции, и что знающие люди в этой области всегда пользовались любовью и вниманием сограждан, сознававших важность их деятельности. Книга принесет пользу и тем, кто интересуется развитием и историей науки и техники.

Предлагаемая работа при всей ее внешней простоте была чрезвычайно трудоемкой. Сведения, касающиеся рассматриваемых в книге вопросов, весьма малочисленны. Трактаты греческих и римских писателей, историков и философов по интересующей проблеме, к сожалению, в подавляющем большинстве случаев не дошли до наших дней, хотя известно, что у некоторых из них (Демокрита, Теофраста, Стратона, Страбона, Филона, Полибия) были работы, посвященные, например, горному делу. Демокритом были написаны книги «О камне» и «О земледелии, или Землемерие», Стратоном — трактат о рудниках древнего государства Карфаген. Из дошедших до нас специальных научных трудов можно назвать лишь трактат Витрувия «Десять книг об архитектуре» и работу Теофраста «О камнях».

Остальные сведения почерпнуты автором из древних сочинений самого различного направления: от поэтических произведений до естественнонаучных и философских трактатов.

Следует напомнить, что в античную эпоху многие научные трактаты излагались в художественной форме. Однако научные труды

Архимеда, Эвклида, Аристотеля, Секста Эмпирика написаны сухо, лаконично, и читали их только немногочисленные знатоки. А широкая масса читателей обходилась сведениями гораздо менее глубокими, но более легкими для восприятия. На этот счет существовало даже некое педагогическое кредо, наиболее удачно сформулированное Плутархом, который писал, что в философии самое привлекательное, убедительное и пленительное для «нашей зеленой молодежи» имеет мало общего с серьезными философскими рассуждениями. Поэтому, наверное, знаменитая поэма Лукреция «О природе вещей» написана в стихах. В этой поэме научность сочетается с непревзойденным поэтическим мастерством.

Источниками сведений для этой книги послужили также данные археологических раскопок. В настоящее время детально исследованы многие античные рудники и каменоломни. Мы много знаем о каменоломнях птолемеевского времени Древнего Египта, Синайских медных и малахитовых рудниках, приисках Греции и Испании, древних соляных коях Центральной Европы, рудниках по добыче кремня на территории Белоруссии, медных рудниках Армянского нагорья, древних медных рудниках (чудские копи) Северного Алтая и Южного Урала (так называемая афанасьевская культура), медных рудниках Аи бунар в южной части Болгарии, разрабатывавшихся в V—IV тысячелетиях до н. э., и, наконец, о древнейших медных рудниках Сербии, которые эксплуатировались 6—7 тысяч лет назад. При написании этой книги были использованы комментарии советских ученых к трудам античных авторов, а также специальные исследования и публикации, посвященные рассматриваемым вопросам. Это прежде всего работы советских ученых И. И. Толстого, С. А. Лурье, С. И. Ковалева, А. А. Кузина, М. И. Максимовой, Р. В. Шмидт и др., а также зарубежных авторов Ардальёна, Буасье, Бетмана, Дильса, Лемлейна, Лукаса, Фюрона, Шуази и др.

Материал в книге дан не по историческим этапам античной эпохи, а в целом для нее. Автор пользовался не греческими и латинскими первоисточниками, а их русскими переводами. Отсюда возможны отдельные неточности в трактовке античных терминов.

Автор благодарит профессора Е. А. Козловского, любезно взявшего на себя труд написать предисловие и давшего ряд ценных принципиальных указаний, признателен рецензенту, доктору геолого-минералогических наук М. В. Рацу, а также профессорам Д. П. Лобанову, И. Ф. Григорьеву и С. А. Брылову, ознакомившимся с рукописью книги и поддержавшим идею ее публикации. Много полезных замечаний сделал кандидат геолого-минералогических наук В. Б. Кушев.

Автор с благодарностью примет замечания и предложения читателей книги.



Глава I

ОТ АФИН ДО РИМА

Что умели древние греки и римляне

Античность — это эпоха зарождения, развития и угасания греко-римской цивилизации. Она охватывает период примерно с конца II тысячелетия до н. э. до середины I тысячелетия до н. э. На огромных пространствах Западной, Центральной и отчасти Восточной Европы, Малой и частично Центральной Азии, Ближнего и Среднего Востока, Северной Африки люди создали цивилизацию с высоким уровнем развития науки и искусства, строительства и архитектуры.

В работах классиков марксизма-ленинизма имеются многочисленные высказывания об античном периоде. Так, К. Маркс пишет: «Эксплуатация испанских серебряных рудников Карфагеном и позднее Римом оказывала в древнее время приблизительно такое же действие, какое оказало на современную Европу открытие американских рудников»¹. Ф. Энгельс в работе «Происхождение семьи, частной собственности и государства» указывал на огромную роль минерального сырья в развитии человеческого общества, на то, что плавка металлических руд и обработка металлов были одним из основополагающих факторов развития производительных сил.

Античную эпоху принято делить на следующие периоды: эгейский, или крито-микенский (II тысячелетие до н. э.); предполисный (XI—IX вв. до н. э.); архаический (VIII—VI вв. до н. э.); классический (V—IV вв. до н. э.); эллинистический (конец IV в. — середина I в. до н. э.) и римский (середина I в. до н. э. — примерно V в. н. э.).

Античная эпоха в целом характеризуется крайне низким техническим уровнем развития производительных сил. Причинами этого являлись: рабовладельческий способ производства, натуральное хозяйство, небольшая численность населения и незначительный ее прирост. В это время технический прогресс был обусловлен прежде всего развитием военной и строительной техники, а также потребностями сельского хозяйства и различных ремесел.

Судя по античной мифологии, технический прогресс древние греки связывали с именем титана Прометея. В трагедии древнегреческого поэта-драматурга Эсхила (около 525—456 гг. до н. э.) «При-

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., 2-е изд. т. 13, с. 138.

кованый Прометей». Прометей говорит: «Я ... искру огнеродную тайком унес: всех искусств учителем она для смертных стала и началом благ». Далее: «...А богатства, скрытые в подземных недрах, — серебро и золото, железо, медь, — кто скажет, что не я ...их обнаружил первым и на свет извлек?»

Как уже отмечалось, наиболее существенное влияние на технический прогресс в эпоху античности оказывали военные нужды. Все технические достижения прежде всего использовались для создания различных метательных орудий. В этих орудиях применялись простейшие механические устройства, такие как рычаг и ворот. В качестве источника энергии использовалась исключительно мускульная энергия человека, а ее аккумулятором (накопителем) обычно служили различные упругие элементы. Дальность метания изменялась от нескольких десятков до сотен метров. Масса снарядов достигала нескольких десятков килограммов. Существовали специальные приспособления и приборы для измерения траектории полета. Орудия изготавливали в основном из дерева и только отдельные их части из металла.

Некоторые античные авторы приводят данные о применении в военных операциях огнеметов. Другими техническими приспособлениями, широко используемыми при осаде крепостей, были осадные башни (гелеполы), тараны и буравы для разрушения крепостных стен.

Вызывает интерес технический прием, применявшийся осажденными для обнаружения подкопов. Так, первый крупный древнегреческий историк Геродот (между 490 и 480 — около 425 гг. до н. э.) рассказывает, что при осаде города Барки в Ливии персы сделали подкопы до городской стены. Однако эти подкопы были обнаружены одним кузнецом при помощи обитого медью щита. Обходя со щитом внутреннюю сторону городской стены, кузнец прикладывал его к земле. Там, где подкопа не было, приставленный к земле щит не издавал звука, но там, где был сделан подкоп, медный щит начинал звучать. На этих участках баркийцы проложили встречный подкоп и уничтожили рывших землю персов. Аналогичное свидетельство о применении резонаторов имеется у римского историка Тита Ливия (59 г. до н. э. — 17 г. н. э.). Не исключено, что такие резонаторы использовались и в горном деле. Подкопы и осадные машины впервые были применены в Ассирии и Вавилоне, а уже затем в Персии и в Греции.

В античную эпоху большое развитие получило строительство. Об этом свидетельствует трактат Витрувия (2-я пол. I в. до н. э.) «Десять книг об архитектуре», на это указывает древнегреческий философ Платон (428 или 427—348 или 347 гг. до н. э.), который устами своего учителя гениального мыслителя Сократа



Рис. 1. Развалины римских терм. II в. н. э. (фото автора)

(470/469—399 гг. до н. э.) говорит, что «...строительное искусство... пользуется многочисленными мерами и орудиями, которые сообщают ему большую точность и ставят его выше многих наук». Древнегреческий мыслитель и ученый Аристотель (384—322 гг. до н. э.) и римский философ-стоик Эпиктет (около 50 — около 140 гг. н. э.) нередко ссылаются на строительство как на достаточно точную и хорошо известную отрасль знаний.

В античную эпоху было построено много уникальных сооружений: Парфенон в Афинах, Колизей, замок Святого Ангела и Пантеон в Риме, многочисленные арки, колоннады, храмы, портики, мавзолеи, водопроводы, акведуки и т. д. Некоторые из этих сооружений простояли более двух тысячелетий и до сих пор поражают нас своей грандиозностью и красотой. Их строительство, однако, шло крайне медленно. Например, огромный храм Зевса Олимпийского в Афинах, от которого в настоящее время сохранилось всего несколько колонн, строился несколько столетий.

О грандиозности античных построек свидетельствуют и открытые в 1963 г. в г. Варне обширнейшие римские термы — бани (рис. 1, 2). Общая площадь терм 7000 м², длина 100 м. По расчетам специалистов, высота отдельных построек достигала 17 м. Один из залов терм (пелестра) имел длину 60 и ширину 14 м. Термы были отделаны мрамором и богато украшены колоннами, мозаикой и скульптурой. Интересно отметить, что в близлежащих районах залежей мрамора не обнаружено. Вероятно, мрамор был

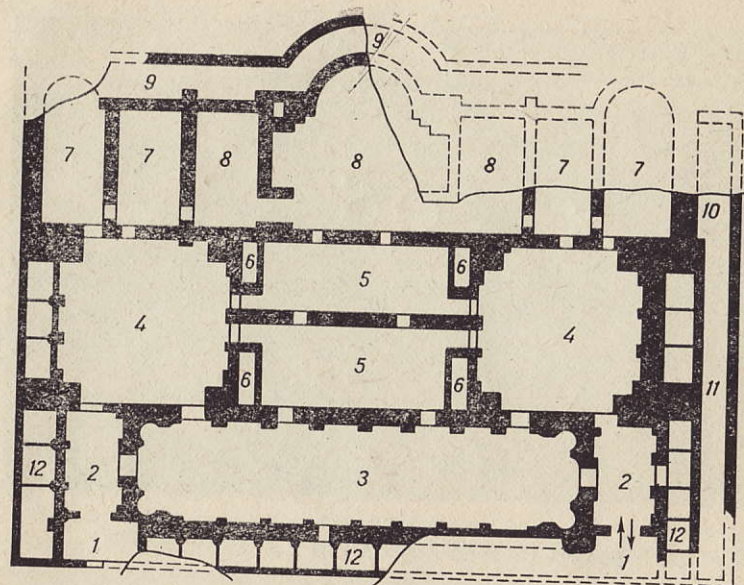


Рис. 2. План римских терм.

1 — вход в термы; 2 — вестибюль; 3 — палестра (зал для спортивных состязаний и игр); 4 — залы для раздевания и отдыха (аподитерии); 5 — залы холодной воды (фригидарии); 6 — бассейны с холодной водой; 7 — отопляемые помещения (тепидарии); 8 — залы с горячей водой (калдарии); 9 — отопительная галерея (префурниум); 10 — туалет; 11 — галерея; 12 — помещения, назначение которых не выяснено (возможно, лавки, мастерские и пр.); пунктиром показана нераскопанная часть терм

привозным. Следует отметить, что сооружение, действовавшее со II по IV в. н. э., построено в небольшом городке на самой окраине Римской империи. В самом же Риме размеры терм и их внешнее оформление превосходили всякое воображение. Например, термы императора Каракаллы могли вместить одновременно 1600 человек.

Кирка и колесо, шахта и горн

В античную эпоху к наиболее развитым отраслям относились добыча и обработка металлов. Свое развитие они получили еще в крито-микенский период. Раскопки показали, что в некоторых местах добыча металлов велась уже в конце неолита — позднейшей эпохи каменного века. Мифы об идейских дактилях на Крите¹, о фиван-

¹ По словам Плиния Старшего, ссылающегося на Гесиода, железо на Крите открыли обитавшие там племена, так называемые идейские дактили.

ских кабирах свидетельствуют о зарождении металлургии в глубокой древности. Люди очень давно научились добывать и выплавлять металлы, они довольно хорошо разбирались в качестве руд и получаемых сплавов. Плиний Старший¹ в «Естественной истории» подробно описал сорта железа и их месторождения.

В более поздний, эллинистический период особенно славилась сталь Синопы (Черноморское побережье), Лаконии, Средней Азии и Лидии. Промышленное применение разных сортов стали было неодинаково. Халибская и некоторые сорта лаконской стали шли на изготовление плотничьих инструментов (производство пил и, вероятно, напильников, буров, резцов и орудий каменотесов; из среднеазиатской маргианской «ослепительно сверкающей» стали изготавливали шлемы и щиты; а из лидийской делали пилы, ножи, бритвы и скребки). В трудах Аристотеля и его друга и ученика естествоиспытателя и философа Теофраста (372—287 гг. до н. э.) приводятся сведения о закалке стали «посредством погружения в воду, отчего сталь становится еще тверже, между тем железо от погружения в воду становится мягче». О процессе закалки стали упоминает также величайший поэт Древней Греции Гомер (VII в. до н. э.) в «Одиссее».

«Так расторопный ковач, изготовив топор иль секиру,
В воду металл (на огне раскаливши его, чтобы двойную
Крепость имел) погружает, и звонко шипит он в холодной
Влаге...»

Довольно подробно о плавке и закалке стали пишет Плиний Старший¹. Он приводит различные способы плавки и закалки, указывает вид и температуру охлаждающей жидкости (воды).

Химический анализ дошедших до нас бронзовых и стальных изделий классического и римского периодов свидетельствует о применении греками и римлянами довольно сложных сплавов. При исследовании некоторых видов бронзы в их составе было установлено до 10 элементов — медь, олово, свинец, серебро, золото, железо, никель и др. Содержание олова в сплавах, из которых изготовлены сосуды, составляет 10—14 %, зеркала 9—32 %, катапульт 3 %.

Древнейшие племена, обитавшие на территории современной Армении, благодаря различному составу руд, умели выплавлять бронзу 14 типов.

Имеются косвенные сведения о знакомстве греков эллинисти-

¹ Плиний Старший (23 или 24—79 гг. н. э.) — римский писатель, ученый, автор «Естественной истории», в 37 книгах которой описаны география, этнография, зоология, ботаника, минералогия и история искусств античности.

ческой эпохи с производством латуни. Однако существует также мнение, что латунь появилась только в римский период.

Греция классического периода была знакома также с пайкой металлов. Геродот свидетельствует, что лидийский царь Алиат посвятил святилищу в Дельфах спаянную железную подставку работы мастера Главка Хиосского, изобретшего пайку железа.

Специалисты различных областей техники очень высоко ценились в античную эпоху. У царя государства Ахеменидов Ксеркса I (? — 465 г. до н. э.), по свидетельству Геродота, большим уважением и доверием пользовался строитель Антагей; у Александра Македонского, по свидетельству древнегреческого историка и писателя, автора истории походов Александра Македонского Арриана (между 95—175 гг. н. э.), — механики Диад и Харием. Слава Архимеда не померкла и в наши дни.

Письменные источники сохранили для нас во многом мифические имена античных изобретателей. Так, Плиний Старший пишет, что Кинир, сын Агриопы, открыл медные рудники и изобрел шипцы, молот, рычаг и наковальню, а Данай предложил копать колодцы. Первым придумал добывать камни в каменоломнях Кадм из Фив. Скиф Анахарсис изобрел якорь и гончарное колесо. Серебро открыл афинянин Эрихтоний, а золотоносную руду и плавление золота — финикиец Кадм на горе Пангее. Свинец с Касситеридских островов впервые привез Мидас, царь Фригии (примерно 1000 лет до н. э.). Дедал изобрел пилу, топор, отвес и бурав.

Уже в эпоху неолита и бронзового века появилось колесо, а несколько позже были изобретены рычаг и наклонная плоскость. Начинается регулярное использование этих механизмов на строительных работах. В классический и эллинистический периоды уже применяются блок и винт. При производстве вина и масла используются сначала рычажный пресс, основанный на принципе вдавливаемого клина, а затем винтовой пресс. Для подъема и горизонтального передвижения тяжестей греки и римляне применяли ворот, в первом случае с горизонтальной осью, во втором — с вертикальной. Употреблялись также блоки и системы блоков — полиспасты. Вращательное движение преобразовывали с помощью системы зубчатых колес. Более сложные механизмы (водяное колесо, винт, насос и т. д.) использовали сравнительно редко.

В античный период по сравнению с более ранними периодами наряду со стихийным применением результатов многовекового практического опыта создается и теория механики.

Богатства Матери-Геи

Матерью-Геей древние греки называли нашу Землю. И как мать, дающая своему ребенку самое ценное — жизнь, Гея отдавала

людям свои богатства. Военное дело, строительство, сельское хозяйство, ремесленное производство, быт, культовые цели, медицина, искусство, чеканка монет — вот далеко не полный перечень потребителей минерального сырья. Не случайно в трактате «Экономика», приписываемой Аристотелю, отмечается, что из способов приобретения имущества главным является тот, который дается природой. В первую очередь — это обработка земли, а во вторую — все способы приобретения богатств из недр земли, например добыча металлов, воды и т. д. Не случайно Плиний Старший при описании минералов и металлов прежде всего рассматривает их с позиций полезности для человека.

Греческие государства классического периода, а затем эллинистические государства, на территории которых находились месторождения полезных ископаемых (прииски), быстро обогащались и становились могущественными. В античном мире хорошо понимали все выгоды, связанные с обладанием приисками. Поэтому нередко войны, возникавшие в ту эпоху, носили характер борьбы за то или иное месторождение полезных ископаемых. Так, афиняне длительное время вели борьбу с фасосцами за фракийские золотые рудники, лакедемоняне с афинянами — за обладание лаврийскими серебряными разработками, македоняне с греками — за фракийские золотоносные прииски, римляне с карфагенянами — за богатые иберийские месторождения серебра, золота, меди; македонский царь Филипп с пергамским царем Атталом — за пергамские прииски. Древнегреческий географ и историк, автор 17-томной «Географии» Страбон (63/64 г. до н. э. — 23/24 г. н. э.) отмечает, что причину известного плавления аргонавтов за «золотым руном» в Колхиду, а раньше — некоего Фрика, совершившего аналогичное плавание, следует искать в природных богатствах страны, «состоящих из золота, серебра и железа». Страбон же пишет, что нередко предметом военных столкновений становились и месторождения поваренной соли.

При описании различных стран и областей историки древности никогда не упускали из виду имевшиеся там месторождения полезных ископаемых. Рассказывая в диалоге «Критий» о благодатном мифическом острове Атлантида, Платон пишет, что на этом острове были любые виды ископаемых твердых и плавких металлов, в их числе «то, что ныне известно лишь по названию, а тогда существовало на деле: самородный орихалк»¹.

Многие античные писатели отмечают, что разработка рудников была весьма прибыльным делом. Известно, что крупным владельцем рудников был древнегреческий историк Фукидид (около 460—400 гг. до н. э.), который не без гордости отмечал это в своем труде.

¹ Орихалк — предположительно желтая медь.

В трактате «Доходы» древнегреческий писатель и историк Ксенофонт (около 430—355 гг. до н. э.) советует поправить афинянам и затруднительное финансовое положение путем интенсификации разработки аттических рудников. Вопрос о рудниках в Древней Греции был настолько злободневен, что упоминался даже в комедиях, публично представляемых в театре. Об этом свидетельствует следующая фраза одного из персонажей комедии древнегреческого драматурга Аристофана (приблизительно 450 г. — 388 г. до н. э.) «Всадники»: «Да нажравшись студня всласть и рудники куплю я». В данном эпизоде два демагога, соревнующиеся за право властвовать над афинянами, изощряются в беспардонном бахвальстве. Историк Диодор Сицилийский (около 90—21 гг. до н. э.) отмечает, что в древнее время на Пиренейском полуострове всякий частный человек занимался добыванием металлов и благодаря свойствам и обилию «среброносной» земли люди накапливали большие богатства. Позже, когда Иберия попала под власть римлян, огромное количество италийцев стало заниматься разработкой рудников и по «своему корыстолюбию» извлекать из этого огромные богатства. Некоторые древние племена существовали благодаря разработке находящихся на их территории рудников. Ксенофонт пишет, что халибы, немногочисленное причерноморское племя, жили преимущественно добычей и обработкой железа. Рассказывает он и о племени, живущем в Месопотамии на берегу реки Евфрата, которое существовало за счет того, что выкапывало у реки жерновые камни, обрабатывало их, затем везло в район Вавилона и продавало, а на вырученные деньги покупало продовольствие.

Для вооружения античных армий требовалось огромное количество бронзы, железа, меди и других металлов, а для содержания армий — много золота и серебра. Не случайно каждое государство при подготовке к войне тайно скапливало металлическое сырье. Например, по свидетельству Фукидида, накапливали железо в Спарте. В связи с ценностью минерального сырья оно было весьма эффективным средством обмена. В приложении указаны основные виды минерального сырья, использовавшегося в античную эпоху и даны сведения об областях их применения.

Acva est vita¹

Вода — это жизнь, говорили древние римляне. Действительно, с незапамятных времен вода является важнейшим сырьем. Рассмотрим, например, какое значение имела вода для восточной области Средней Греции — Аттики.

¹ Вода есть жизнь.

Площадь Аттики составляла примерно 110 км². Число ее жителей во время расцвета достигало 500 тысяч человек. Но, по свидетельству Плутарха (около 45 — около 127 гг. н. э.) — древнегреческого писателя и историка, Аттика была бедна реками, озерами, большими источниками, поэтому большая часть населения пользовалась водой из колодцев. Афинский государственный деятель Солон (около 640 и 635 — около 559 гг. до н. э.) издал закон, согласно которому общественным колодезем можно было пользоваться лишь в том случае, если он был расположен от жилища на расстоянии не более 740 м. Если же колодец находился дальше, то следовало искать «свою» воду. При отсутствии воды на глубине 17,5 м в пределах «собственных владений» разрешалось брать воду у соседа два раза в день по шесть кружек.

В трудах многих античных авторов упоминаются минеральные источники. Так, Арриан описывает источник у храма в Ливии. О целебных свойствах одного из минеральных источников Италии, «дающего острее зрение, укрепляющего зубы и дающего ранам исцеление», писал Плиний Младший.

У поэта эпохи императора Юстиниана I (482 или 483 — 565 г. н. э.) Павла Селенциария имеется прекрасное стихотворение «На пифейские горячие источники». Пифея — это местность в Вифинии (южное побережье Черного моря, Турция), которая славилась своими целебными источниками. Это стихотворение интересно как свидетельство научных представлений поздней античности. Приведем лишь часть его

«Ты хочешь знать о токе
Природных вод горячих,
Откуда всем болящим
Является бесплатно
Подарок светлый, чистый
И милая услада?
Я все тебе открою,
Наставлю в том охотно,
Что постигает мудрый,
Чему природа учит
И опыт подтверждает.
Внемли же, начинаю.
В земле, одни считают,
Есть узкие каналы
И там вода, сливаясь
С бегущей ей навстречу,
Сжимается и, сжавшись,
Стерпеть не в силах жара.
Другие полагают,

Что под землею в недрах
Есть серные проходы.
Вода, соседясь с ними,
Горячих руд достигнув,
Не в силах там остаться
И вся стремится кверху.
Ты с первыми согласен?
А я второе мнение
Считаю достоверным.
Ты знаешь — есть ведь запах
Удушливый и с гнилью, —
Он чувствуется явно;
Вот так течет пред всеми
Поток с избытком жара.
Тому свидетель остров,
Где рвется кверху пламя,
Гудящее со стоном
И сильным сотрясеньем.
Испытывают это
Атитания мидян,
Персидская Питтака,
Страна лидийцев также,
Что золотом обильна.
Там, где столпы Геракла,
Металлов очень много,
А ближе в Питекусах
И острове Линаре
Ужасны изверженья.
Они сверкают ночью,
Швыряя с громом камни,
Курящиеся серой;
Все это видеть можно».

Кроме воды человек издавна пользовался еще одним полезным ископаемым — солью. Соль применялась при приготовлении пищи, использовалась в качестве удобрения и служила даже строительным материалом. Особенно высококачественная поваренная соль добывалась около источника у храма Аммона. Жрецы привозили эту соль в Египет в специально сплетенных из листьев финиковой пальмы корзиночках и вручали ее в качестве подарка царю, а также другим высокопоставленным лицам. Арриан пишет, что зерна у этой соли крупные и чистые, как хрусталь, попадались кристаллы толщиной больше, чем в три пальца.

Не так давно при строительных работах на участке западнее р. Заале в ГДР были обнаружены различные орудия по добыче со-

ли. По мнению ученых, их возраст две с половиной тысячи лет. Это говорит о том, что на данной территории в древности велась добыча природной соли.

Из чего построены храмы

Уже говорилось о высоком уровне строительного мастерства древних. Из чего же возводили эти уникальные сооружения?

Основным строительным материалом, начиная с конца VII в. до н. э., был природный камень, добывавшийся во всех районах Средиземноморья и достаточно высоко ценившийся на протяжении всей античной эпохи. Римский историк Аммиан Марцеллин (около 330 — около 400 гг. н. э.) пишет, что уже в IV в. н. э. после покорения одного из германских племен римский император Юлиан, прозванный Отступником, возложил на побежденных обязанность поставки строительного материала для восстановления разрушенных римских городов. Наиболее значительные запасы строительного камня были сосредоточены в Греции. Горы занимают около 80 % всей площади ее материковой части. Гористыми были и западная часть Малой Азии, а также острова Эгейского моря. Сложены они преимущественно кристаллическими сланцами, известняками и отчасти изверженными породами. Здесь добывался разнообразный строительный материал: известняк, известковый туф (так называемый порос), гнейс, трахит, брекчия и т. д.

Конечно, далеко не вся территория Греции находилась в таких исключительно благоприятных условиях, как Афины, где известняк добывался непосредственно из холма Акрополя, прилегавших к нему холмов и из каменоломен, расположенных у подножия горы Гиммета. Другой строительный материал также добывался поблизости: порос — в районе пригорода Афин Пирея, прекрасный мелкозернистый белый мрамор — из каменоломен Пентеликона, находящихся приблизительно в 17 км от Афин.

Как показали археологические исследования, основная потребность большинства античных городов в строительном материале удовлетворялась местным сырьем, ввозились только более редкие и дорогие сорта камня. Например, основная часть зданий города Пергама была почти целиком построена из трахита, добывавшегося у северного склона Пергамского Акрополя, Делоса — из делосского гнейса и гранита, Милета — из местного известняка и мрамора, Приены — из местной брекчии и мрамора близлежащих гор Микале, Александрии — из окрестного похожего на мрамор конгломерата и т. д. Дерево, которым античный мир и особенно Греция были бедны, а также глина играли в строительстве второстепенную роль. Стены частных домов складывались из бутового камня, реже из самана.

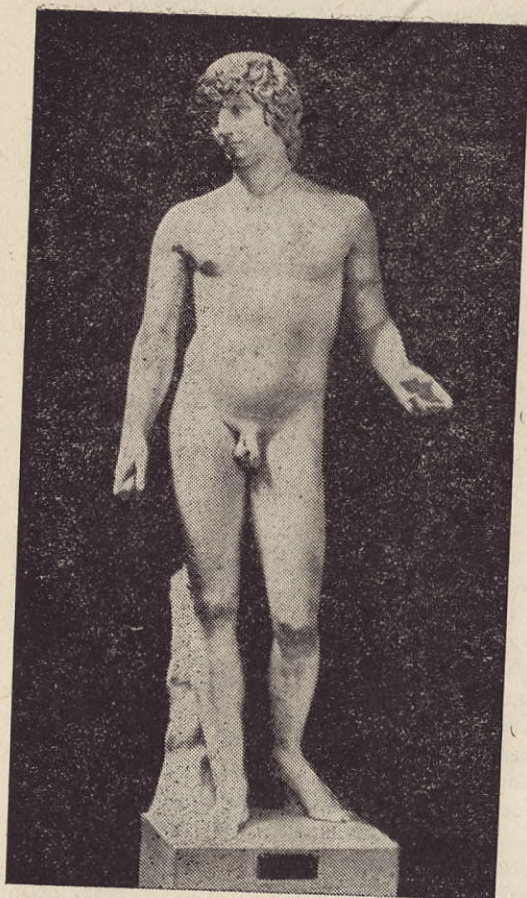


Рис. 3. Антиной. Неизвестный скульптор (II в. н. э.). Мрамор. Неаполь. Национальный музей

Античные строители хорошо знали свойства и декоративные качества различных сортов мрамора и умело их использовали. Особенно ценились паросский, пантелейский, крупнозернистый наксосский, тенарский (черного цвета), нумидийский (золотисто-желтого цвета) сорта мрамора. В Древней Греции и Риме из мрамора и других декоративных камней создавали скульптуры, гермы, надгробные изображения и т. д. (рис. 3.).

В строительстве и ремесленном производстве применялись также глина и песок. Но, к сожалению, литературные свидетельства об их добыче чрезвычайно скудны. Из глины в античное время изготавливали самые разнообразные изделия — от кирпичей до ста-

туэток. Повсеместно на территории античных государств имелась глина, годная для изготовления посуды, ламп и водопроводных труб. Древние греки и римляне хорошо разбирались в свойствах различных сортов глин. Так, для производства саманных кирпичей Витрувий, например, советует брать беловатую меловую или красную глину, в крайнем случае мергель, но не песчаную, каменистую или щебенистую глину; в металлургии Плиний советует использовать специальную «глиноподобную породу земли». В качестве связующего материала применяли глину, смешанную с песком. Песок использовался при возведении фундамента построек. Достоверно известно, что в период Римской империи добыча строительных материалов осуществлялась во многих местах, носивших специальное название аренариев.

Применяли греки до римского периода известковый раствор или нет, пока неясно. На основании материалов раскопок установлено, что известковый раствор использовали в Греции еще в крито-микенский период. Религиозный философ Филон Александрийский (около 25 г. до н. э. — около 50 г. н. э.) рекомендует употреблять известку при сооружении фундаментов оборонительных построек, однако, согласно археологическим данным, известковый раствор почти не применялся в строительном деле эллинистического периода. В это время, как и раньше, греки пользовались глиной с песком.

Для тех же целей, что и известка, употреблялся в античное время гипс. Его использовали для более тонкой отделки стен, изготовления форм для отливки металлических изделий.

Древним грекам известен был и асбест. Страбон пишет, что на о. Эвбея имеется камень, из волокон которого прядут нити и ткнут ткань. Из этой ткани делают полотенца, которые после загрязнения бросают в огонь и они очищаются, как при стирке.

Упоминания об использовании в античное время слюды встречаются у Плиния Младшего и Петрония — писателя времен императора Нерона. Плиний Младший упоминает о рамах в своем Лавретинском поместье, которые ставились в пролетах портика в случае необходимости. Такие рамы были обнаружены при раскопках Помпей в портике богатого помпеянина Корнелия Тагета. Сделаны они были из слюды. Описывая в «Сатириконе» пир у богатого вольноотпущенника Тримальхиона, Петроний устами одного из своих героев замечает, что рабы посыпали пол окрашенными шафраном и кинноварью и «чего я раньше нигде не видывал — толченой слюдой».

Крепость металла

Во все века люди особое значение придавали металлическим полезным ископаемым, в первую очередь, меди и олову, которые

служили исходным материалом для получения бронзы. Известно, что медь — первый металл, который заменил камень и получил широкое распространение для изготовления орудий труда, оружия и других изделий. Добыча меди в греческих государствах велась уже в XXVIII в. до н. э. В XX в. до н. э. появилась бронза, о преимуществах которой жители Эгейского моря, по-видимому, узнали от народов Малой Азии. Интересно отметить, что бронза хорошо была известна в XVII—XVI вв. до н. э. и в Северном Причерноморье, где было обнаружено двенадцать длинных бронзовых ножей для снятия шкур с убитых крупных животных. Бронза играла огромную роль в крито-микенский, классический и эллинистический периоды. Ее значение было достаточно большим и в римский период. В античную эпоху знали секреты изготовления различных сортов бронзы. К сожалению, технология изготовления многих сортов бронзы в настоящее время утеряна. Прежде всего это относится к знаменитой коринфской бронзе, имевшей непередаваемый приятный запах. Из бронзы делали многие произведения искусства — бюсты, статуи, барельефы и т. п. (рис. 4).

Медь использовалась не только для получения бронзы, но имела и самостоятельное значение. В частности, обратили на себя внимание целебные свойства меди. Писатель поздней Римской империи Макробий (IV—V в. н. э.) отмечает, что медь обладает довольно сильным свойством, которое врачи считают вяжущим, поэтому медная окалина добавляется к средствам, служащим для уничтожения гниения. Гомер в «Одиссее» называет медь то «укрепляющей», то «сверкающей». Аристотель также отмечает, что раны, полученные от медного оружия, менее опасны, чем от железного.

Изготовление бронзы требовало поисков и разработки месторождений олова, которое было известно еще со времен Троянской войны.

Несмотря на широкое применение бронзы, примерно с V в. до н. э. в античном мире начинают широко использовать железо. Это послужило мощным толчком для развития производительных сил.

По преданию, первыми открыли и начали выплавлять железо халлибы. Некоторые ученые считают, что открытие эффективного метода выплавки железа, которое намного определило его распространение, принадлежит племенам Армянского нагорья. Значение этого металла было оценено очень быстро. Эсхил в трагедии «Семеро против Фив» пишет об этом металле так:

«Скифская сталь, чужеземка злая,
Мечет жребии сегодня.
Делит отчее наследство
Беспощадное железо».

рис. 4. Дорифор (копьеносец). Полихромная бронза. V в. до н. э. Бронзовое воспроизведение, созданное на основе мраморных римских копий. Модель в Государственном музее изобразительных искусств им. А. С. Пушкина



Римский политический деятель, оратор и писатель Цицерон (106—43 гг. до н. э.), перечисляя в одном из своих сочинений распространенные в его время металлы, на первое место ставит железо, как наиболее ценный, по его мнению, металл. Поэт поздней античности Клавдий Рутилий Намациан (конец IV — начало V в. н. э.) пишет:

«Больше приносит нам благ земля, что рождает железо,
Чем возле Тага реки златом богатый песок.

Сколько заброшенных нив оживляло, напротив железо!
Жизненный путь на земле людям открыло оно».

В течение всей античной эпохи железо считалось достаточно ценным металлом. Иногда из него делались даже денежные знаки, например в Спарте, Византии, Клазоменах, Британии и др. Но из норийского железа были ценным подарком.

Велико было значение железных орудий в сельском хозяйстве. Так, Плиний Старший в одном из своих рассказов пишет, что некий Гай Фурий Кресин стал получать с довольно маленького участка земли урожай гораздо больший того, который получали в этом же районе с больших площадей. Завистливые соседи, заподозрив Кресина в колдовстве, привлекли его к суду. Однако Кресин блестяще защитил себя. Он пришел в суд и принес весь свой сельскохозяйственный инвентарь — «железные орудия превосходной работы, тяжеловесные кирки, увесистые сошники», с помощью которых он получил этот урожай. Кресин был единодушно оправдан.

Большую ценность в древности имел свинец. И, хотя по своему значению он уступал железу и меди, тем не менее применялся достаточно широко, что было обусловлено его большой плотностью, хорошей ковкостью и пластичностью. Из свинцового листа делали водопроводные и канализационные трубы. Свинец использовали для изготовления снарядов, метаемых пращниками, катапультами и баллистами.

Интересно отметить, что думали древние о золоте. Плиний Старший пишет, что из всех вещей лишь в золоте одно «ничто не гибнет от огня». Более важная причина ценности золота, по его словам, заключается в том, что «оно меньше всего изнашивается от употребления, тогда как от серебра, меди, свинца остаются следы, а руки пачкаются отделившимися частицами». Кроме того, «никакой металл не растягивается так широко и не делится на такое количество частей».

Технология выплавки золота в древности была достаточно сложной. По описанию Диодора Сицилийского, после соответствующей подготовки руды определенную меру собранной золотой пыли опытные рабочие всыпают в глиняные горшки и примешивают к ней известную часть свинца, соли, олова и отрубей ячменя. Плотно закрыв сосуд крышкой и тщательно обмазав ее глиной со всех сторон, они плавят массу в печи в течение пяти дней и ночей беспрекословно. После этого горшкам дают остыть и затем не находят в них никаких следов от всех прочих веществ, а только чистое золото.

Обработка золота также осуществлялась по особой технологии, которая, по свидетельству Макробия, требовала применения определенного топлива, в частности соломы.

Из других металлов значительное распространение в античном мире получила ртуть. Первые упоминания о ртути в греческой литературе встречаются у Аристотеля. Теофраст приводит следующий

способ добывания ртути из киновари: киноварь дробят с уксусом и смешивают с известными пестами в медных ступах. Более подробное описание способа дает Витрувий. Он также указывает, что этот металл впервые найден в области Эфеса (город в Малой Азии). Ртуть использовалась главным образом для золочения. Плиний Старший пишет о ртути: «Она есть яд для всех вещей. Она разъедает и разрывает все, к чему прикоснется, и к себе притягивает». Витрувий подчеркивает, что без ртути нельзя хорошо позолотить ни серебра, ни меди.

Следует упомянуть о цинке и алюминии. М. М. Максимов считает, что для производства латуни в античную эпоху употреблялся минеральный цинк — смитсонит.

Значительно сложнее обстоит дело с алюминием. Известно, что в древних погребениях, обнаруженных на территории КНР, найдены изделия из алюминия, возраст которых превышает 2 тысячелетия. Таким образом китайцам удавалось получать алюминий, пока не было изобретено. Ведь в настоящее время алюминий получают с помощью электролиза. Некоторые ученые предполагают, что этот же способ получения алюминия существовал и в древности. Косвенное свидетельство этому — обнаружение нечистой гальванической ванны в Шумерском государстве. Считается, что она действовала за пять тысяч лет до Гальвани! У Страбона имеется прямое упоминание об алюминии. Он пишет, что остров Липара имеет плодородную почву, в которой в изобилии встречается металл алюминий.

Нетленный пурпур и «греческий» огонь

Наших современников не перестают удивлять яркие краски древних росписей домов, храмов, общественных сооружений. Из чего же делали наши предки краски? В древнем мире для их приготовления также использовали минеральное сырье. Сведения о красках и материалах, из которых они готовились, приводятся в работах Теофраста, Витрувия и Плиния Старшего.

Белую краску чаще всего делали из мела, смешанного с истолченным белым стеклом, а также из гипса и извести. Очень широко употреблялся паретоний — белая краска, которая, по мнению современных исследователей, представляла собой гидрат окиси кальция. Грекам были известны и свинцовые белила, которые получали путем воздействия уксуса на свинец. Мелосская краска, по всей видимости, изготавливалась из белой глины с некоторыми примесями.

Основной и почти единственной желтой краской в античную эпоху была охра разных оттенков. Лучшей охрой считалась аттическая

кая. Более темную охру добывали на острове Скирос и в Ахе (Балканский полуостров). Химический анализ желтых красок античных фресок показал, что они состоят из охры, смешанной с мелом и углекислой известью; реже встречается охра из окиси свинца смешанного с суриком. Существовала также желтая краска, не менявшаяся во фресковой живописи. Вероятно, это был желтый мышьяк.

В античном мире использовали большой набор красных красок. Красная краска готовилась из естественного и искусственного красного мела, сандарака (красного мышьяка), свинцового сурика, естественной и искусственной киновари. Материалом для искусственной киновари служил красный песок. Особенно хорошими красящими свойствами обладала индийская киноварь, которая применялась для изготовления пурпура. Одежды, окрашенные пурпуром, считались отличительным знаком царственного происхождения. Страбон упоминает также сандик, добываемый в Армении, который цветом напоминает пурпур. Современный анализ античных красных красок показал, что в их составе чаще всего встречаются окись железа, красная железная охра, свинцовый сурик и киноварь. Установлено также смесь красной охры с медной синевой.

Зеленую краску — хризоколлу изготавливали из малахита. Превращая руду в порошок, дробили и толкли в специальных ступах. В зависимости от места изготовления различали армянскую, македонскую и кипрскую хризоколлы. Использовали также и зеленый мел.

Среди синих красок древнего мира известны три вида: скифская, кипрская и египетская лазури. Эти краски преимущественно готовились из минерала лазурита.

Большой интерес представляют существовавшие в античную эпоху сведения о горючих ископаемых. Этот вид минерального сырья использовался сравнительно редко. Однако ученые тех времен уделяли ему большое внимание.

Горючие вещества — серу, селитру, смолу — использовали главным образом для военных целей, в частности для приготовления различных зажигательных смесей. Яркую картину применения горючих смесей осажденными дает римский историк Геродиан (около 170 — около 240 гг. н. э.). Он пишет, что аквилейцы, смешав серу, селитру и смолу, наливали эту смесь в пустые сосуды с длинными ручками, затем поджигали ее и горящую смесь лили на подступавших к стенам воинов.

Знакомы были в античную эпоху и с нефтью. В разных местах Малой Азии и Среднего Востока были обнаружены многочисленные источники нефти. Однако, по словам Плиния Старшего, «пламенная и родственная огню природа нефти препятствует ее применению». В лучшем случае, по данным Геродота, из нефти получали масло

и светильников. Плутарх пишет, что в Вавилонии, куда направил Александр Македонский, великого полководца особенно изумили фонтаны в Экбатанах, из которой все время, словно из источника, брызгал фонтаном огонь, а также нефтяной поток, который был так близок к пропасти, что образовал неподалеку от этой пропасти озеро. Далее он пишет: «Нефть в остальном похожа на асфальт, но это такое горючее вещество, что его не надо зажигать: оно вспыхивает от светлых

и часто горит в воздухе. Варвары, желая показать силу и богатство нефти, слегка обрызгали ею проулок, ведущий к царской палате; стали затем в конце этого проулка и обратили светильники на сторону, которая была увлажнена; уже темно. Сразу же вспыхнул передний край, огонь распространился в один миг и быстрый, как мысль, добежал до другого конца, так что весь проулок стоял в огне». Плутарх отмечает, что «некоторые, справедливо указывая на чудотворность мифов, говорят, что нефть как раз и была тем особым веществом, которым Медея, по рассказу трагедии, смазала венки и волосы [Ясона]. Пламя, однако, вспыхнуло не от них и не само по себе: вблизи был огонь...» Особенно удивительным было для древних открытие некоторых продуктов нефти быстро загораться. Это легко понять, если учесть, что раньше для зажигания любого горючего материала требовалось довольно значительное время. При описании месторождений жидких горючих и других минеральных веществ Страбон дает даже их упрощенную классификацию. Так, источники Согдианы он подразделяет на щелочные, асфальтовые, масляные и сернистые.

Представляют интерес также краткие сведения, сообщаемые Страбона о применении минерального угля при плавке и ковке металлов. В сочинении «О камнях» он пишет, что некоторые камни сгорают в течение длительного времени. При этом возникает очень неприятный запах. Уголь, который обычно называют антрацитом и выкапывают из почвы, по природе своей землистый. Эти угли применяют кузнецы при обработке железа. Во Фракии на одном руднике нашли камень, который был похож на гнилое дерево, если его поливали маслом, однако огонь тух как только масло сгорало. Далее древний ученый пишет, что сначала рабочие берут самые плотные и землистые разновидности угля (причем некоторые из них даже уплотняют для получения большей огнеродящей силы). Таким образом, в эллинистический период были знакомы с углем. Неясно только одно, какой это был уголь: каменный или бурый. Большинство современных исследователей считают, что это был бурый уголь.

Особо остановимся на торфе. По-видимому, единственное упоминание этого полезного ископаемого во всей античной литературе встречается у Плиния Старшего. Описывая германское племя хавков,

проживающее на побережье Северного моря, он пишет, что «собирают руками ил, сушат его и употребляют эту землю в качестве топлива для приготовления пищи и согревания».

Минеральные удобрения

Греки и римляне были знакомы и со способами улучшения качества почвы. Ксенофонт Афинский, например, пишет, что все знают, как исправлять солончаковую почву примесью разных веществ жидких и сухих, не содержащих соль. Более подробные сведения об этом мы находим в трактатах римского писателя и агронома Колумеллы (I в. н. э.), а также Плиния Старшего.

Известны четыре древних способа улучшения качества почвы: 1) смешивание одних видов почв с другими, 2) внесение в почву органических удобрений, 3) использование золы, 4) применение ископаемых минеральных удобрений. Остановимся на первом и четвертом способах, имеющих непосредственное отношение к использованию минерального сырья в античную эпоху.

Колумелла упоминает своего дядю Марка, хозяина «весьма славящегося и старательного: на песчаные места он возил глину, а на глинистые с очень плохой почвой — песок, и добивался не только щедрого урожая хлебов, но и выращивал прекрасные виноградники». Далее он пишет: «Какой, даже посредственный хозяин не знает, что самый твердый туф или углеизвестковая земля, если их измелчить и извлечь наверх, не превращаются под действием дождя, мороза и в равной мере летнего зноя в рыхлую мягкую массу, которая дает прохладу корням лозы летом и удерживает в себе питательные соки, — обстоятельства, весьма способствующие питанию молодого растения».

Плиний Старший пишет, что землю удобряют в Британии, одно из галльских племен удобряет почву, «накладывая сверху слой толщиной в фут любой земли, накопанной с глубины не менее трех футов». Германское племя убиев в качестве удобрения использует мергель. Римский писатель и ученый-энциклопедист Варрон (116–27 гг. до н. э.) отмечает, что прирейнские племена применяли в качестве удобрений белую минеральную породу, «напоминающую глину».

Плиний Старший советует белую глину (левкаргилон) использовать для «влажной и холодной земли», мергель белый, рыжий, серый, глинистый, туфовый и песчаный для удобрения почв, предназначенных для пастбищ и посадки злаков. Особенно полезен для злаков туфовый и белый мергель. Если он найден среди источников, то «обладает бесконечным плодородием». На ощупь он жесткий, если его добавлять в больших количествах, то он «сжигает почву».

Рыжий мергель полезен для злаков и трав. Плиний отмечает: «Камень разбивают на самом поле, и в первые годы бывает трудно ходить из-за осколков, зато вследствие легкости этого мергеля его использование обходится вдвое дешевле, чем прочих видов. Его рассыпают густо; считается нужным смешивать его с солью». Существовал и другой вид белого мергеля, который применялся также для чистки серебра. Сизый мергель в Галлии «добывается глыбами, наподобие камня, но от солнца и мороза рассыпается, образуя тончайшие частицы»¹. Это удобрение одинаково полезно для злаков и трав. Далее Плиний пишет, что можно сделать поля весьма плодородными при помощи извести, «которая оказывается чрезвычайно полезной также для маслин и для винограда».

Все это свидетельствует о том, что минеральные удобрения применялись в Древней Греции и Риме достаточно широко. Следовательно, они с полным основанием могут быть включены в перечень минерального сырья, использовавшегося в античную эпоху. Минеральное сырье (на нефтяной основе) применялось для борьбы с вредителями сельского хозяйства.

В заключение отметим, что некоторые рекомендации древних агрономов о возможности улучшения почв представляют определенный интерес и в наши дни. В последние годы обсуждается вопрос использования материала угольных терриконов в качестве удобрений.

Что поведал Гомер

Подробные описания древней технологии можно найти в поэмах Гомера — величайшего поэта древней Эллады. На протяжении многих веков каждое слово поэм считалось непререкаемой истиной. Читатели Эллады видели в слепом сказителе не только великого поэта, но и философа, педагога, географа и естествоиспытателя. Современные исследования показали, что множество географических названий, приведенных в поэмах Гомера, соответствует действительности. Дешифрованные в 1953 г. несколько тысяч глиняных табличек, давших в руки исследователей подлинные греческие документы того же примерно времени, что и события, описанные в «Илиаде» и «Одиссее», показали, что нарисованная Гомером картина греческого общества XII–IX вв. до н. э. в целом верна. В настоящее время практически никто не сомневается в том, что поэмы Гомера — это важнейший источник свидетельств об античном мире. Приведенные

¹ По-видимому, речь идет о тальковом камне.

в них данные могут служить материалом для исторических, геофизических и общественно-экономических исследований. Поэмы являются едва ли не единственным крупным письменным источником времен.

Знакомство с поэмами Гомера показывает, что они содержат достаточно богатый материал, систематизация и анализ которых помогут понять существовавшие в то время геологические представления.

В поэмах Гомера используется до 16 названий минерального сырья. Чаще всего в них встречается медь, затем золото, серебро, природный камень и железо.

Интересно сопоставить поэмы Гомера с более поздним произведением, например «Энеидой» римского поэта Вергилия (70—19 до н. э.), написанной через 800 лет после поэм Гомера. В этой поэме встречается уже 22 вида минерального сырья. Крайне интересна динамика изменения частоты упоминаний отдельных видов сырья. Например, упоминания о золоте в поэме «Энеида» встречаются намного чаще, чем в поэмах Гомера, а о серебре — существенно реже. Это указывает на то, что в античной Греции серебро ценилось выше, чем в Древнем Риме. Особый интерес вызывают упоминания о меди больше, чем о железе. В поэтических произведениях Вергилия железо упоминается так же часто, как и медь. Наконец, в «Энеиде» появились упоминания о драгоценных камнях, яшме, лазури, различных сплавах, или как минеральном удобрении и льде (замерзшая вода), которые отсутствуют в поэмах Гомера.

В поэмах Гомера содержатся сведения о таких геологических процессах, как землетрясения и обвалы.

Много раз встречаются упоминания о подземных источниках в долинах и родниках, приводятся названия районов и стран, где ведется добыча тех или иных металлов (Алиба — серебро, область Магнов — железо, Темес — медь). Описаны способы применения хорошо известного в то время рычага, метод получения бронзы при изготовлении доспехов и оружия («медь нерушимую ввергнул, олово бросил, серебро, драгоценное злато»); отмечена необходимость «творческого замысла» при строительстве сооружений с использованием опыта и знаний специалистов (в Троаде «славнейшие зодчие были» и многое другое).

Таким образом, можно утверждать, что в античную эпоху минеральное сырье играло важную роль в развитии производительных сил.



Глава II

АНТИЧНЫЕ «ГЕОЛОГИ»

Что знали в античную эпоху о геологии

Уже несколько тысячелетий назад люди умели находить и использовать полезные ископаемые, при поисках и разработке которых накапливались первые знания о свойствах минералов, горных породах, поисковых признаках. Сооружая дома, храмы, изготавливая прекрасные ювелирные украшения, обжигая изящные амфоры, люди познавали свойства различных пород и минералов. Так зарождалась геология.

Однако в античную эпоху самостоятельной, вполне сформировавшейся науки геологии не существовало. Но это не означает, что древние не обладали никакими геологическими знаниями. В трудах Аристотеля (рис. 5), древнегреческого философа-материалиста Демокрита (около 470 или 460—370 гг. до н. э. — рис. 6) Теофраста, Плиния, Арриана, Лукреция, Диодора, Витрувия и других содержатся свидетельства о существовании в то далекое время высокой степени интуитивного понимания различных геологических процессов и явлений. Естественно, что это понимание не было достоянием всех. Фундаментальные геологические обобщения могли сделать только выдающиеся мыслители. Однако определенные представления о строении земной коры имели и те, кто непосредственно занимался разработкой и добычей полезных ископаемых. Без этого трудно себе представить процесс поисков и добычи минерального сырья.

Что же дал античный мир геологии? Прежде всего в эту эпоху формулируются первые научные гипотезы о строении Земли и Вселенной. Идея о шарообразности Вселенной и о подверженности мира рождению и гибели, имевшая достаточно широкое распространение в Древней Греции, по свидетельству античного писателя Диогена Лаэртского (1-я пол. III в. н. э.) была заимствована греками у египтян. Той же точки зрения придерживались и древнеиндийские мудрецы, которые считали мир нарождающимся и подлежащим уничтожению, а Вселенную — шарообразной.

Представитель наиболее ранней материалистической школы Древней Греции философ Фалес из Милета (около 625 — около 547 гг. до н. э.) считал, что Земля представляет собой плоский диск, лежащий на поверхности воды. Другой милетский философ Анакс-



Рис. 5. Демокрит. Римская копия II в. до н. э. с греческого оригинала. Неизвестный скульптор. Мрамор.
Рис. 6. Аристотель. Неизвестный скульптор. Мрамор. Рим. Музей терм

симандр (около 610 — после 547 гг. до н. э.) утверждал, что Земля шарообразна, а Луна излучает свет, отраженный от Солнца.

В V в. до н. э. пифагорейская школа математиков также пришла к выводу, что Земля имеет шарообразную форму. Диоген Лаэртский утверждал, что знаменитый греческий математик и философ Пифагор (VI в. до н. э.) первым назвал Землю шарообразной. Правда, наряду с этим он отмечает, что, по мнению Теофраста, первенство принадлежит другому древнегреческому философу Пармениду (около 540 г. до н. э. — около 470 г. до н. э.), а по мнению Зенона, — первому известному по имени древнегреческому поэту Гесиоду (VIII—VII вв. до н. э.). В эпоху Страбона шарообразность Земли считалась доказанной. В V в. до н. э. было выдвинуто положение, что Земля вращается вокруг своей оси.

Бион, математик из Абдер, последователь Демокрита, утверждал, что на Земле есть места, где шесть месяцев длится ночь и шесть месяцев день. Обосновать это утверждение, не сделав предположения о том, что ось вращения Земли наклонена к плоскости вращения ее вокруг Солнца, невозможно. Поразительно, что подобные точки зрения были не только плодом абстрактных, чисто тео-

ретических изысканий, но и служили практическим руководством. Есть сведения, что в 325 г. до н. э. первую попытку достичь Северного полюса (следовательно, предполагалось, что последний существует в действительности) предпринял выдающийся древнегреческий мореплаватель Питеас (Пифей). Пифагореец Филолай Кротонский (V в. до н. э.) пришел к выводу, что Земля движется по кругу.

В III в. до н. э. древнегреческий ученый Эратосфен (около 276—194 гг. до н. э.) вычислил размеры Земли, которые, как выяснено в наше время, крайне незначительно отклоняются от действительных. Современник Эратосфена древнегреческий астроном Аристарх (около 320 г. до н. э. — около 250 г. до н. э.) с острова Самос установил вращение Земли и других планет вокруг Солнца. В трактате «Псаммит» Архимед по этому поводу пишет, что Аристарх Самосский предполагает, что Земля обращается вокруг Солнца «по окружности круга». Предположение Аристарха в дальнейшем было отвергнуто. Однако, когда много веков спустя Коперник обосновывал свое новое открытие Солнечной системы, в подтверждение своих выводов он ссылаясь, в частности, и на исследования Аристарха. Архелай (V в. до н. э.), ученик крупнейшего древнегреческого ученого Анаксагора (500—428 гг. до н. э.), утверждал, что Солнце — самое большое из светил и что Вселенная беспредельна. Кроме того, он первый предположил, что звук возникает от сотрясения воздуха и что море образовалось во впадинах, просачиваясь сквозь землю. На сложное строение Земли в своих трудах указывали древнегреческие философы Анаксимандр, Анаксимен из Милета (VI в. до н. э.) и Демокрит. Они заметили, что когда земля размокает после дождя, а затем высыхает, то на ее поверхности образуются трещины. Эти трещины, по их мнению, сообщались с пустотами, находящимися внутри Земли, по которым циркулируют воздух, вода и пламя. Представления о подземных пустотах, несомненно, были связаны с геологическими условиями Греции, где сильно развит карст. Идея о каналах и пустотах внутри Земли впервые достаточно определенно выражена в трудах Аристотеля.

Знаменитый древнегреческий ученый Эмпедокл (около 490—430 гг. до н. э.) предполагал, что в основе мироздания лежат четыре стихии — огонь, вода, земля и воздух, от взаимодействия которых зависят все изменения в мире. Он считал, что недра Земли находятся в расплавленном состоянии. Аристотель поддерживал учение Эмпедокла. Он отмечал, что стихии Эмпедокла, взаимодействуя и претерпевая различные изменения в недрах Земли, дают начало огненным и водным изменениям; первые образуют камни, вторые — металлы.

Тиртамос из Эреза (Теофраст), ученик Аристотеля, написал специальный минералогический труд «Книгу о камнях». В ней он

изложил и развил учение Аристотеля, а также обобщил античные знания о минералах.

Много общих геологических фрагментов содержится в поэме римского философа и поэта Лукреция (I в. до н. э.) «О природе вещей». Убежденный и последовательный материалист, Лукреций вслед за выдающимся древнегреческим философом-материалистом Эпикуром (341 г. — 270 гг. до н. э.) считал, что в основе всех явлений и процессов в природе лежат естественные причины, и он стремился установить их. По-видимому, Лукрецию принадлежит честь открытия пористого строения земной коры. Лукреций сделал попытку объяснить такие явления и процессы, как извержение вулканов, землетрясения, образование полезных ископаемых, подземных вод, в том числе горячих источников, и т. д. Подчас эти объяснения кажутся нам наивными и во многом ошибочными. Однако при внимательном чтении поэмы можно убедиться, сколь гениальны были некоторые догадки Лукреция.

В одном из фрагментов поэмы Лукреций пытается нарисовать картину открытия металлических полезных ископаемых.

«Были открыты затем и разного рода металлы:
Золото, медь, серебро и веский свинец и железо...
Но какова б ни была причина того, что пожаром
С шумом зловещим леса пожирало горячее пламя
До основания корней, — только недра земли распались
И, в углубленья ее собираясь, по жилам кипящим
Золото, медь, серебро потекли раскаленным потоком
Вместе с ручьями свинца. А когда на земле появились
Слитки застывшие их, отливавшие ярко, то люди,
Начали их поднимать, плененные глянцем блестящим,
И замечая притом, что из них соответствует каждый
В точности впадине той, которая их заключала
Это внушило ту мысль, что, расплавив, металлы возможно
В форму любую отлить и любую придать им фигуру...»

Лукреция по праву можно считать причастным к зарождению геологии как науки.

Итак, по представлениям античных философов-материалистов, Земля образовалась естественным путем. Древнегреческий философ-материалист Демокрит считал, что Земля первоначально была мала и легка, а затем сгустилась. Причем если Земля образовалась естественным путем, то, очевидно, таким же путем возникло и все, что имеется на ней и в ее недрах. Подобные точки зрения были у Плиния Старшего, римского историка Корнелия Тацита (около 58 — около 117 гг. н. э.) и, естественно, Лукреция. Причины различных явлений, происходящих на Земле, не всегда могли объяснить в ан-

тичное время, однако все они имели естественную, а не божественную природу. Лукреций пишет:

«Стало быть, надо считать, что для неба с землей изобильный
У бесконечности есть всевозможных источник запасов,
Чтобы внезапно земля потрясенная вся колебалась,
Чтобы стремительный вихрь пробегал по морям и по суше
Лился бы Этны огонь через край и горело бы небо...»

Важные геологические фрагменты, по-видимому, содержала и дошедшая до нас «География» («Записки») древнегреческого географа Эратосфена. Страбон в своей «Географии» пишет, что Эратосфен, описывая Землю, указывает на ее шарообразную форму («подобие, впрочем, выточенного колеса»). Далее Эратосфен отмечает многочисленные изменения Земли [очевидно, геологического характера], которые происходят от действия воды, огня, сотрясений, наводнений и других подобных явлений. Шаровидность целой Земли происходит от «устройства всего мира», а перемены, на которые он указывает, несколько не изменяют фигуру всей Земли, так как столь незначительное теряется в огромном». В заключении Эратосфен замечает, что эти перемены «производят некоторые изменения в обитаемой части Земли [могут наблюдаться людьми] и зависят от многих причин». Как видим, Эратосфен очень близко подошел к тем обобщениям в понимании развития Земли, которые с полным основанием могут быть названы геологическими.

Общегеологические представления нашли свое отражение и в мифах. В «Теогонии» Гесиод пишет «как поднялось пламя от Тифона, пораженного молниями Зевса в горных недрах скалистой Этны, когда Тифон получил удар; как воспламенилась могучая земля от необыкновенного удара; как расплавлялась она, как оловом искусством молодых мастеров в хорошо высверленном горне расплавленное, или как железо — самый крепкий металл, в горных долинах пламенем огня укрощенное, плавится на божественной земле под руками Гефеста».

С чем еще были знакомы древние греки и римляне из области геологии? Знали они о поднятии и опускании суши, землетрясениях, вулканах и вулканической деятельности; о том, что полезные ископаемые зарождаются и находятся в недрах земли; имели представления о многих горных породах и минералах, парагенезе, геологическом строении некоторых участков земной коры, об осадконакоплении и осадкообразовании; высказывали различные гипотезы о причинах засоления морей и океанов; об образовании подземных вод (в том числе минеральных); знали, что такое фильтрация; хорошо представляли себе значение выветривания в формировании поверхности земли; отчетливо разбирались в свойствах различных почв и способах их улучшения; могли правильно оценить

последствия деятельности человека в «геологическом» отношении были настолько предусмотрительны, что выносили законодательные постановления, направленные на охрану окружающей среды. Особо следует отметить, что даже такие далекие от геологии ученые, как Геродот и Анаксагор, отдавали себе полный отчет о длительности геологических процессов. Так, Геродот пишет, если бы Нил вздумал переменить свое течение и направиться в Аравийский залив, то ничто бы не помешало реке за 20 тысяч лет занести его илом. А Анаксагор на вопрос: «Станут ли горы в Ливии когда-либо морем?» — ответил, что станут, если не будет недостатка во времени.

Воззрения античных мыслителей о длительности геологических процессов отчетливо прослеживаются в трудах Аристотеля. Он отмечает, что там, где была суша, возникнет море, а где ныне море, там снова будет суша. Естественное становление Земли происходит постепенно и в сроки несравненно длиннее человеческой жизни. Поэтому такие изменения человека не могут быть замечены. Гибель и уничтожение целых народов происходят быстрее, чем удается засвидетельствовать от начала до конца одну из таких перемен. Эта же мысль звучит в стихотворении римского философа и писателя Сенеки (около 4 г. до н. э. — 65 г. н. э.):

«Все низвергается во прах, краток предел бытия,
Сохнут потоки, мелеют моря, от берегов отступая,
Рухнут утесы, падет горных хребтов крутизна
Что говорю я о малом? Прекрасную сень небосвода
Вспыхнув внезапно, сожжет свой же небесный огонь
Все пожирается смертью; ведь гибель — закон,

Сроки наступят и мир этот погибнет навек».

Кто колеблет Землю

Поднятия и опускания суши античные ученые связывали с теми явлениями: землетрясениями, вулканической деятельностью и другими, объяснимым с их точки зрения постепенным наступлением или удалением моря. Греческий оратор Эсхин (около 390—314 гг. до н. э.) отмечал, что море в городе Оробии (на о. Эвбея) в результате продолжавшихся землетрясений отступило от берега и «поднялось страшное волнение», захватившее часть города. После этого вода частью залила землю, частью отступила от берега, и там, где прежде была суша, теперь море.

В 104-й книге «Истории» древнегреческий историк Николай

рис. 7. Геродот и Фукидид.
Древнегреческая мраморная геродотическая работа, созданная на основе оригинала IV в. до н. э. Неизвестный скульптор. Неаполь. Национальный музей



Дамасский (64 г. до н. э. — начало 1 в. н. э.) пишет, что во время войны с Митридатом после землетрясений, прошедших вблизи города Амапея Фригийская, появились ранее не существовавшие в этой местности, озера, реки и источники. А многие из прежних водных источников исчезли. Римский историк Аврелий Виктор (IV в. н. э.) писал, что во времена императора Тиберия (42 г. до н. э. — 37 г. н. э.) в Эгейском море внезапно всплыл остров. Интересное свидетельство Платона о гибели мифической Атлантиды, а также мнение Анаксагора допускавшего постепенное оседание суши.

Многие античные ученые знали о процессах опускания и поднятия суши. Известно высказывание Геродота (рис. 7) о том, что в горах Египта находят морские раковины. Следовательно, на месте гор действительно когда-то было море. Древнегреческий поэт VI и начале V вв. до н. э. по Греции, Сицилии и южной части Италии, находил вдали от моря остатки окаменевших морских животных. Эти находки привели Ксенофана к выводу, что Земля некогда была покрыта морем.

Примерно аналогичные воззрения содержат «Моралии» Плуларха. Он повторяет свидетельства Геродота и Диодора и пишет, что раньше территория Египта была покрыта морем. Поэтому до сих пор в рудниках и горах обнаруживают много раковин; и все

источники, и все колодцы (а их множество) имеют воду горькую и соленую, «как будто здесь скопились остатки древнего моря». Систематизированные взгляды на поднятие и опускание суши изложены также в «Географии» Страбона.

Гнев Плутона

Средиземноморье всегда было зоной тектонической активности. Здесь часто бывали землетрясения, которые иногда приводили к катастрофическим последствиям. Аристотель в «Метеорологии» пишет, что до его времени дошли три теории землетрясений: Анаксимен из Милета, Анаксагора из Клазомен и Демокрита из Абдеры. По мнению Аристотеля, причиной землетрясений является движение газообразных веществ (пневмы) внутри Земли. Лукреций в поэме «О природе вещей» так объясняет причину землетрясений:

«То при обвалах больших сотрясается почва земная
Там, где внизу сокрушит пещеры огромное время.

Целые горы тогда низвергаются вниз и далеко

Страшным падением своим потрясают окрестные земли».

Первая классификация землетрясений дана в трудах философской школы стоиков. Ссылаясь на них, Диоген Лаэртский пишет, что среди землетрясений различаются дрожания, расседания, смещения и толчки.

Жители античного мира нередко были свидетелями грозных явлений природы — извержений вулканов. В то время не раз происходили извержения вулканов Этны, Везувия, острова Липары и других. Особенно катастрофическим было извержение Везувия в 79 г. н. э., в результате которого под пеплом были полностью погребены два прекрасных города — Помпеи и Геркуланум. Открытые в XVI в. и почти полностью раскопанные к настоящему времени Помпеи стали уникальным музеем-заповедником античности.

Многие античные ученые пытались разобраться в причинах вулканических извержений. Смелую попытку исследования вулкана предпринял Плиний Старший. Как сообщает римский историк и писатель Светоний (около 70 — около 140 гг. н. э.), Плиний, командуя мизенским флотом при извержении Везувия, «поехал» на либурнской галере, чтобы ближе разведать причины события, но противный ветер помешал ему вернуться, и он был засыпан пеплом и прахом». Обстоятельства жизни и деятельности Плиния вызывают чувства глубокого уважения и восхищения им. Написав «Естественную историю» в 37 книгах, он нашел в себе мужество достаточно критически оценить его

на сомневаюсь, что пропустил многое. Я человек, я был занят работой и работал над этим сочинением в сверхурочное время, по ночам».

Описания извержения вулканов и сопровождающих их явлений приводятся во многих сочинениях. Источником наших сведений об извержении Везувия в августе 79 г. послужили два письма римского писателя Плиния Цецилия Секунда (Младшего) (61. или 62—114 гг. н. э.), адресованные Корнелию Тациту. Описание извержения Этны и его последствий содержится в древнем трактате «О возвышенном» и у историка Древнего Рима Аппиана (? — 104 гг. II в.).

Страбон в «Географии» так описывает извержение вулкана: «Между Ферой и Ферасией поднималось из моря пламя, так, что море в течение четырех дней кипело и горело, выдвинувши спущенного времени остров, как бы поднятый какими-то орудиями, остров, состоящий из железной массы и имеющий в окружности 12 стадий...» Далее, ссылаясь на Посидония Апинейского (II в. до н. э.), он рассказывает, что «в Финикии вследствие землетрясения город, лежащий выше Сидона, был поглощен и почти две третьих самого Сидона разрушились... То же самое явление распространилось на всю Сирию... Землетрясения на острове [Эвбее] в различных частях его прекратились не прежде, чем образовалось на равнине Лелантской отверстие, из которого потекла река пылающей грязи».

В этом же произведении он пишет, что «Окрестности Мефоны, лежащей в Гермионском заливе, были подняты на семь стадий извержением пламени; в течение дня эти местности были недоступны вследствие жара и серного запаха, море кипело в пространстве 5 стадий, а волновалось в пространстве 20 стадий; кроме того, на нем [море] лежали оторванные камни, не уступавшие по величине башням». Здесь впервые указывается на возможность образования месторождений полезных ископаемых в процессе извержения вулканов.

Ученые античной эпохи хорошо представляли себе всю сложность процесса извержения вулкана. Они знали, что при извержении выбрасывается огромное количество камней и пепла, изливается раскаленная лава и выделяются удушливые («серные») газы.

Рождение богатств

Мыслители античной эпохи знали также, что полезные ископаемые не созданы богами, а зарождаются в недрах земли естественным путем. Эсхил в трагедии «Эвмениды» пишет:

«... Пусть

Недра гор родят руду,

Дар бессмертных, клад бесценный».

Аналогичной точки зрения придерживались Аристотель, Теофраст, Лукреций и другие. Лукреций, например, пишет:

«Разве не видишь, что в почве самой зарождается
сера

И земляная смола запекается с мерзкою вонью?

Там, наконец, где, стремясь к золотым и серебряным
жилам

В недрах сокрытых земли рудники прорывают железом...

Одним из первых ученых, изложивших свои взгляды на происхождение полезных ископаемых, был Аристотель. Он утверждал, что «сухое испарение» создает минералы, не способные плавиться, а «парообразное испарение» обуславливает образование металлов, которые можно плавить и ковать. Говоря о зарождении минеральных вод, он пишет, что соленая проточная вода в основном встречается в тех реках и родниках, которые некогда были горячими. Он отмечает, что, подвергаясь действиям разной степени жара, земля приобретает всевозможные виды и оттенки: пополняется «квасцами, щелоком и другими веществами со сходными свойствами». Интересно также утверждение Аристотеля, что подземные воды зарождаются в недрах земли непрерывно.

В эпоху поздней античности ученые уже догадывались, что различные виды полезных ископаемых связаны с определенными горными породами и геотектоническими структурами. В ранее упоминавшемся стихотворении «На Пифейские горячие источники» Силенциарий пишет, что «земля иная наверх выводит нефть». Существовали в античную эпоху и начальные представления о парагенезе, т. е. совместном нахождении различных минералов и руд. Так, Плиний Старший отмечает, что во всяком золоте встречается серебро, Лукреций указывает, что золотые и серебряные жилы могут соседствовать с железными. В книгах других античных авторов мы находим упоминания о совместном нахождении свинца и серебра, меди и свинца, нефти, смолы и асфальта и т. д.

Подземные кладовые

Как уже отмечалось, в античную эпоху существовало достаточно полное представление о различных горных породах и их свойствах. Витрувий в работе «Десять книг об архитектуре» пишет: «Не во всех местностях и странах рождаются одинаковые сорта

камня и камня, но иная почва землиста, другая камениста и хрящевата, в других местностях песчана и, одним словом, свойства почвы так же различны и разнообразны, как и разные страны». Знали древние и о различных минералах. Первую классификацию минеральных ископаемых (земли, камни и руды) составил Аристотель. Теофраст развил эту классификацию и выделил восемь видов минеральных тел: 1) камни, 2) цветные камни (сердолик, гранат, лянис-лазурь и др.), 3) плавкие камни (металлы), 4) горючие камни, 5) негорючие камни (гранат, алмаз, пемза), 6) драгоценные камни (алмаз, сердолик, яшма, изумруд, хризокolla, янтарь и др.), 7) легкоразрезаемый камень (тальковый камень), 8) землястые минералы (минеральные краски). В древности хорошо были известны такие минералы, как свинцовый блеск, каменная соль, гипс, тальк, киноварь, касситерит, электрон (сплав золота с серебром), магнетит, смитсонит и др. Существовали самые фантастические точки зрения о возникновении минералов. Диодор, например, утверждал, что горный хрусталь образуется из воды, которая затвердела под влиянием «божественного огня».

Значительные сведения горно-геологического характера приведены в многотомной «Естественной истории» Плиния Старшего. Ряд его книг посвящен минералогии и горному делу. Например, книга 32 — меди, железу, свинцу; 33 — благородным металлам; 35 — благородным камням. В труде названо более 670 видов минеральных веществ. К сожалению, установить состав около половины приведенных минеральных веществ путем сопоставления не удалось. Плиний описал такие металлы, как золото, серебро, медь, олово, свинец, ртуть, железо и др.; дал около 60 разновидностей минеральных красок, солей; 45 видов минеральных медицинских (включая «магические») средств; около 110 видов драгоценных камней и более 80 видов горных пород («обычных» камней). Несмотря на то что описание многих минералов не сделано, этот труд, по мнению современных исследователей, является ценным источником сведений по минералогии и горному делу.

Плиний дает следующее определение слова «металлы»: «Название греческое, означающее вещества, находимые в горах, одно подле другого, совокупно». О железе он пишет: «Существует много сортов железа. Качество железа прежде всего зависит от климата и почвы». Ученый правильно понял связь между климатом, вмещающими породами и зоной окисления сульфидных месторождений. Он установил и существование природно-легированных сортов железных руд.

Особый интерес представляет магнетит. Этот минерал из-за магнитных свойств был известен уже в глубокой древности. О нем упоминали многие писатели. Лукреций так писал о нем:

«Может железо к себе притягивать камень, который
Греки «магнитом» зовут по названию месторождения,
Ибо находится он в пределах отчизны магнетов...»

Посвятил этому минералу стихотворение и римский поэт Клавдий
(около 375 — после 404 гг. н. э.). Оно так и называется — «Магнит». В нем он пишет:

«Есть камень, зовется магнитом.

Темный, бесцветный, лишенный красы, украшением
не служит

.....
У железа он заимствует жизнь и сила железа
Пищею служит ему...»

Однако, как использовать свойства магнита, в античном мире не знали.

Блеск кристалла¹

В античное время начала зарождаться наука о кристаллах — кристаллография, тесно связанная с развитием горного дела и минералогией.

Первые упоминания о кристаллах встречаются в древнегреческих литературных источниках. Сначала кристаллом называли лед. Так и в «Илиаде» говорится об источнике, холодном, «как кристалл». В «Одиссее» описывается морозная ночь, когда щиты воинов покрылись «кристаллом».

Впоследствии кристаллом стали называть сходный по внешнему виду со льдом прозрачный кварц — горный хрусталь. Уже в античную эпоху люди знали многие свойства кварца и умели использовать их. В античном стихотворении неизвестного автора (приписывается легендарному Орфею) говорится:

«В руки возьми ты кристалл, несравненный, сияющий
камень.

Отблеск небесных лучей заключен в этом камне чудесном.
Радует сердце богов его неземная прозрачность.

Если с кристаллом в руке подойдешь ты к священному
храму.

Просьбе смиренной твоей никогда небеса не откажут.
Слушай теперь и познай камня волшебную силу.

¹ Исторические сведения о зарождении кристаллографии в античном мире изложены по работе И. И. Шафрановского «История кристаллографии».

Хочешь ли пламя извлечь, не боясь разрушений пожара?
Установи же кристалл пред корою смолистой.
Падает луч на кристалл, отражаясь от жаркого солнца,
И, проходя сквозь него, на кору ослепительно светит.
После и луч, и смола, вместе сойдясь, образуют
Дым, а затем — огонек, а затем — всепобедное пламя...
Дивный огонь снизошел к нам с высоты первозданной».

Гипотеза о происхождении горного хрусталя из льда, приписываемая Аристотелю, пользовалась широким распространением среди древнегреческих и римских писателей. Встречается она и в более поздней литературе. До Аристотеля понятие «кристалл» связывалось с процессом затвердевания. Так, согласно Эмпедоклу, «небесный свод образовался из воздуха, затвердевшего под влиянием огня наподобие кристалла». Диодор Сицилийский пишет, что в Аравии находятся месторождения различных камней, удивительных по окраске, прозрачности и блеску. Встречающиеся там кристаллы образовались в результате затвердевания чистой воды не посредством холода, а при помощи силы божественного солнца. Стратон (греческий поэт, время жизни не установлено), описывая драгоценные камни Индии, отмечает, что они получились из затвердевшей воды, подобно кристаллам. Упоминание о кристалле имеется и у Дионисия Галикарнасского (I в. н. э.), который, говоря о Каспийском море, отмечает, что «много чудесных диковин оно отдает человеку: волны несут и кристалл, и небесно-лазоревого яспис».

У древних греков впервые встречается слово «симметрия». В современной кристаллографии это понятие является одним из определяющих. Согласно некоторым сведениям, это слово ввел Пифагор, которому были известны правильные выпуклые многогранники, напоминающие кристаллы галенита, алмаза и пирита.

Помимо атомистической гипотезы строения вещества в основу современной теории структуры кристаллов положено представление о геометрически закономерном расположении структурных единиц. Именно древние греки, главным образом выдающийся математик Евклид (IV—III вв. до н. э.), разработали основы геометрии, которой широко пользуется кристаллография при изучении кристаллов.

Интенсивное развитие геометрии в Древней Греции привело к возникновению представлений о пяти правильных выпуклых многогранниках — «телах Платона». Не исключено, что реальными прообразами для этих достаточно сложных фигур могли послужить кристаллы минералов: тетраэдра — кристаллы тетраэдрита; куба — поваренной соли, пирита и галенита; октаэдра — алмаза и шпинели; пентагон-додекаэдра — пирита; минерального «икосаэдра» (т. е. комбинации пентагон-додекаэдра с октаэдром) — также пирита.

Особый интерес в этом отношении вызывает бронзовый додекаэдр этрусков VI—III вв. до н. э. К сожалению, неизвестно, с какой целью был изготовлен этот многогранник. Однако почти не сомнений в том, что реальной моделью для этой сложной геометрической фигуры послужил пентагон-додекаэдр пирита, идеализированный в отношении равенства углов и ребер.

Открытие правильных выпуклых многогранников связывается с именами Пифагора и отчасти древнегреческого математика Теэтета (около 414—369 гг. до н. э.). Пифагору, по-видимому, были известны куб, «пирамида» (тетраэдр) и додекаэдр; Теэтету — октаэдр и икосаэдр. Только впоследствии эти фигуры стали называться «телами Платона», так как именно Платон попытался использовать их для построения геометрической картины мира.

Описание кристаллического минерала мы впервые находим у Теофраста. Он пишет: «Возле Милета встречается также (красный) камень, не горящий в огне. Он угловат и образует чаще правильный шестиугольник (гексагон)». В некоторых отношениях сходной особенностью обладает также и адамант».

Историки минералогии полагают, что красный камень соответствует рубину или красной железистой разновидности кварца, а адамант является кварцем. Однако возможно и другое толкование. Октаэдр — это тоже шестиугольник (или, вернее, «шестивершинник»), но не плоский, а пространственный. Следовательно, «красный камень» Теофраста можно считать шпинелью, а «адамант» — отождествить с алмазом. Заметим, что уже за пять веков до нашей эры алмаз был известен грекам. Именно к этой эпохе относится сохранившаяся греческая бронзовая статуэтка с двумя неотшлифованными алмазами вместо глаз, хранящаяся в Британском музее.

В древнегреческой литературе отмеченное выше упоминание о кристаллической форме минералов является единственным.

Некоторые описания кристаллографических форм минералов приводятся в «Естественной истории» Плиния Старшего. Чаще всего употребляются лишь краткие характерные эпитеты: золото и алмаз — «четырёхугольные», горный хрусталь — «шестиугольный» и т. п. Подробно описываются формы алмаза. Отмечается, что при гладких своих шести сторонах он оканчивается заострением в двух противоположных концах, как бы две кегли соединяются вместе наиболее широкими своими плоскостями. Описывая горный хрусталь, Плиний Старший отмечает, что «он родится шестисторонним, тому трудно найти причину, тем более, что концы его имеют неодинаковый вид и ... гладкость боков его столь совершенна, что того никаким искусством произвести невозможно». Плиний впервые отметил плоскогранность кристаллов. Он четко выразил мысль

о том, что различным веществам соответствует различная кристаллическая форма. Так, в описании неизвестного нам камня *ragonius* говорится, что «этот драгоценный камень не длиннее пальца и имеет много углов». О «радужном камне» Плиний пишет, что он имеет шестиугольный вид, подобно кристаллу (горному хрусталу), и может иметь шероховатые бока и неравные углы. В этой фразе впервые упоминается величина углов кристаллов.

Плиний Старший отмечает и спайность кристаллов. Он говорит о способности «зеркального камня» (слюда или гипс) «... по своему своему расщепляться на тончайшие пластинки». Наличие спайности отмечается и у каменной соли: она «ломается кусками, подобно зеркальному камню».

Как устроена земная кора

Одним из наиболее интересных является вопрос о том, имелись ли в античную эпоху какие-либо представления о геологическом строении земной коры и использовались ли имеющиеся знания для поисков, разведки и добычи полезных ископаемых. Сведения, которыми мы располагаем, позволяют дать однозначный ответ: да, имелись и частично использовались. Так, Диодор Сицилийский в «Исторической библиотеке» пишет, что в Иберии в самом начале работ горные рабочие «благодаря свойствам земли» постоянно находились на еще более блестящие жилы, изобилующие серебром и золотом». Диодор приводит цитату описания золотых рудников Нубии, составленного греческим географом Агатархидом (III—II вв. до н. э.): «Горная порода здесь от природы черного цвета, но местами она прорезается жилами и залегами мрамора чрезвычайной белизны, с которым в отношении блеска не могут сравниться никакие другие породы».

Великий римский полководец и государственный деятель Гай Юлий Цезарь так описывает один из эпизодов галльского похода, точнее, осаду города Укселлодуна: «Тем не менее горожане продолжали упорно сопротивляться, и хотя у них очень много народа погибло от жажды, не оставляли своей решимости, пока, наконец подземными ходами не были перехвачены и отведены в сторону жилы их источника. Таким образом, этот живой ключ вдруг иссяк и поверг граждан в полное отчаяние». Очевидно, это был естественный, а не искусственный источник воды. Возникает вопрос, каким образом можно было начинать работы по отведению подземного естественного источника и рассчитывать на успех этого предприятия

¹ Здесь и далее в цитатах курсив мой. — Б. М. Р.

тия, не располагая никакими данными о геологических и гидрогеологических условиях района?

Плиний Старший, описывая золотоносную руду, отмечает, что золото соединено с песчинками мрамора, оно «вкраплено в крупинцы мрамора...» По-видимому, здесь идет речь о кварце. Далее он пишет, что «каналы золотоносных жил расходятся туда и сюда через стенки шахт».

Весьма интересна попытка геологического описания одного из районов юга Италии Страбоном. Он отмечает со ссылкой на Пиндара «что вся полоса моря, начиная от Кум и оканчивая Сицилией, имеет под собой огонь, а еще глубже несколько подземных ходов. Поэтому не только Этна имеет такую природу, но и острова Липарские, окрестности Диксархии, Неаполя, Бай и Пифекусы». У Страбона встречаем мы и описание одного из районов Армении. Он пишет об «удивительном разрыве горы, через который идет русло реки. Подобно тому, как в разломанных и расколотых на два камня возвышения в одном приходится в углубления второго, так что камни эти можно сложить попарно, подобно этому на скалах, лежащих по обеим сторонам реки... и доходящих почти до горных вершин, углубления одних соответствуют возвышениям других, противоположных им. Весь грунт между скалами каменист, он лежит глубоко и очень узок, имеет посредине трещину».

Описывали античные ученые и различные изменения, возникающие в породах в результате их соприкосновения с раскаленной лавой.

Конечно, все эти свидетельства не позволяют говорить о существовании в античное время какой-либо развитой геологической науки. Но в то же время можно смело утверждать, что поиски, разведка и добыча полезных ископаемых велись не только эмпирически и не только стихийно.

Отложения рек, морей и озер. Почему море соленое!

Обратимся теперь к античным ученым, которые описывали осадкообразование, главным образом за счет речных наносов. Определенные суждения по этому поводу можно найти у многих античных мыслителей.

В частности, в своей «Истории» Геродот пишет: «Ведь свойство почвы Египта вот какое. Если, подплывая к Египту, бросишь лот, даже на расстоянии дневного пути от берега, то вытащишь ил на глубине 11 оргий (около 20 м). Это показывает, сколь далеко идут наносы (реки)...». И далее: «Итак, большая часть этой названной области [Египетской], как меня уверяли жрецы и как я

думаю, лишь недавнего происхождения и является наносной землей; и действительно, у меня создалось впечатление, что низменность, лежащая между упомянутыми горами к югу от Мемфи, некогда была морским заливом совершенно так же, как долины Иллионской области и в Тевтрании около Эфеса, и долина Меандра (если вообще можно сравнивать эти маленькие долины с огромной Египетской низменностью)». Все это позволило Геродоту сделать следующий вывод: «От побережья в глубь страны, т. е. вплоть до Гелиополя, Египет широк, сплошь низменный, обилеен водой и покрыт илстыми наносами».

Плутарх по этому поводу пишет, что «после обильно выпавших дождей Нил, вытеснив море, возродил и воссоздал долину наносами... мы видим, как река несет новый ил и движет землю против постепенно отходящего моря и оно спадает с растущего из-за наносов дна. Остров Фарос, который Гомер знал отстоящим от Египта на расстоянии дневного перехода, теперь является частью страны, и не потому, что он разросся и приблизился к земле, но от того, что море, лежащее между ними, вытеснено рекой, которая наплывает и взращивает сушу». Примерно так же рассуждает и Фукидид. О скоплении наносов на дне различных водоемов говорит и Полибий. Арриан пишет: «Значительную часть страны [Индии] занимает равнина, которую, как предполагают, образовали речные наносы. Есть и по другим местам Азии поблизости от моря много равнин, созданных реками».

Интересно и высказывание римского историка Аммиана Марцеллина (около 330 — около 400 гг. н. э.). Он пишет, что «весь Понт в своей окружности... имеет воду более пресную, чем в других морях, и изобилует отмелями... Так как множество изливающихся в него рек несут ил и песок, то образуют громаднейшие наносы...».

Античных ученых, изучавших природу, интересовал и вопрос о том, почему вода в море соленая. Одни утверждали, что это остаток первобытной влаги, после того как большая часть воды испарилась, другие говорили, что это «пот земли». Демокрит поддерживал тех ученых, которые считали источником солености землю, подобно тому как земля является источником различных солей и щелочей.

Древнегреческий ученый Александр Афродизийский (конец II — начало III в. н. э.), сопоставляя ряд точек зрения на причину солености моря, отмечает, что «третье мнение относительно моря состоит в том, что вода, просачивающаяся сквозь землю и промывающая ее, становится горькой из-за того, что земля содержит в себе подобные соки». В поддержку этого мнения его сторонники приводят то обстоятельство, что «соль и сера добываются из земли и

что земля часто имеет едкий вкус». Далее Александр пишет, это мнение было высказано Анаксагором и Метродором.

Примерно так же рассуждал и Аристотель, который совершенно справедливо утверждал, что соленость морской воды заключается в некоей примеси. В подтверждение он даже приводит ряд опытных фактов. Аристотель показал также, что плотность морской воды больше плотности пресной.

Целебные источники

Большой интерес представляет учение о происхождении подземных, в том числе минеральных, вод и артезианских источников. Древнегреческий философ Фалес (около 625 — около 547 гг. до н. э.) говорил, что вода из океана под напором ветров проникает глубоко под землю, откуда под давлением силы тяжести, сжимающей горные породы, поднимается вверх и питает реки и ручьи. Интересно, что в сущности его точка зрения близка к современной. Римский философ и писатель Сенека (около 4 г. до н. э. — 65 г. н. э.) считал, что образование родников не может быть объяснено дождями, ибо дождевая вода не проникает глубоко в землю, а родники иногда берут начало на большой глубине. Обратил внимание на этот вопрос и Лукреций.

«... Так как земля, наконец, является пористым телом. И примыкает к морям, побережья их окаймляя, То и вода из земли, утекая в моря, непременно В землю обратно должна из соленой пучины сочиться. Ибо морская вода проникает сквозь почву, и жидкость В землю сочится назад, стекая к источникам водным, После чего по земле возвращается пресным потоком...»

Упомянутый ранее Силенциарий в поэтической форме дал четкое разъяснение, почему воды подземных источников минерализованы и нагреты. Он склоняется к мнению, что источником нагревания служит не живая сила воды, а тепло окружающих воду горных пород. Так же рассуждали Сенека и Витрувий. Они считали, что воды принимают тепло веществ, через которые они протекают, например серы. Доказательством этому служат вкус, температура и запах воды.

Таким образом, в античную эпоху довольно правильно представляли себе процесс образования подземных вод. Знакомы были и с минерализацией подземных вод, а также с процессом кристаллизации минералов из растворов. Плутарх отмечает, что в воде небольшое количество мелких тел вдруг останавливается, прите-

чающие после наталкиваются на первые и образуют благодаря взаимному сцеплению крепкую, компактную массу.

Античные ученые имели представление и о процессах фильтрации. Арриан пишет: «Он [Александр Македонский] решил в том месте, где течение Евфрата направляют в Паллакону, прочно преградить сток. Стадиях в 30 (около 600 м), подальше земля оказалась каменистой; надо было прокопать здесь канал, соединить его со старым каналом, ведущим к Паллаконе, и тогда вода не просачивалась бы сквозь землю, так как грунт был твердый и воду нетрудно было бы в положенное время повернуть обратно». Мы видим, что греки не только были знакомы с процессами фильтрации (просачивания), но и выполняли довольно сложные гидротехнические работы.

Плиний Старший дал характеристику равнины в Веронской и Изанской областях, отметил некоторые фильтрационные особенности пород этой местности: «Земля ее на поверхности, чтобы сказать о свойствах почвы, представляет собой тонкую пыль, далее в глубину она пориста, как пемза, и впитывает влагу... Земля здесь пропускает частые дожди, процеживая их сквозь себя и при этом не обнаруживая склонности ни превратиться в грязь, ни быть размытой...».

О том, что в античную эпоху уже ставились научные задачи в области геологии (в частности, гидрогеологии) и делались попытки их решения, свидетельствует крайне интересное письмо Плиния Младшего к консулу Лицинию Суре, в котором он пишет:

«Я принес тебе с моей родины вместо подарка вопрос, достойный твоей глубокой учености. Источник зарождается в горах, течет между скал и собирается в маленькой столовой [водоеме], устроенной человеческими руками. Здесь он немного задерживается, а потом впадает в Ларий [озеро Комо в северной части Италии]. Удивительна природа этого источника: трижды в день в нем, периодически увеличиваясь и уменьшаясь, поднимается и опускается [уровень]... Скрытый ли воздух то расширяет, то закрывает горло и устье источника, смотря по тому, вытягивается ли он или выталкивается из источника? То же мы видим на бутылках и других подобных сосудах, в которых нет зияющего, во всю ширину раскрытого отверстия. Если их отклонить или опрокинуть, то вследствие задержки, созданной сопротивлением воздуха, содержащее их выливается, останавливаясь как бы с частыми всхлипываниями. Может быть, природа этого источника подобна природе океана, и по той же причине, по которой там бывает прилив и отлив, и это малое количество влаги периодически спадает и поднимается. Или как в реках, которые, впадая в море, поворачивают вспять от противных ветров и встречного течения, так и

здесь что-то отбрасывает назад бег источника? Или в скрытых жилах его есть определенная мера воды и ручей становится меньше и тише, пока он набирает высосанное, а набрав, увеличивается и делается живее? Или есть какое-то скрытое неведомое равновесие, которое при истечении ручья оживляет его и вызывает к жизни, а когда он полон, удерживает и ослабляет? Исследуй причины, вызывающие это чудесное явление (это в твоих силах). Для меня достаточно, если я сумел ясно изложить то, что происходит».

Не правда ли — любопытное письмо. Плиний Младший, ставя вопрос, уже предлагает несколько вариантов ответа на него. Интересно, что письмо адресовано ученому, который, вероятно, специально занимался подобного рода «геологическими» исследованиями. Жаль, что мы не знаем, что ответил на письмо Лициний Сура.

Плиний Младший сделал описание Владимирского озера, интересовавшего древних ученых целебными свойствами своих вод и геологическим строением. Он прекрасно охарактеризовал цвет сернистой воды, которая и тогда и сейчас широко применяется в медицине при лечении суставов, переломов и т. п. Между прочим, с давних времен считали, что сера обладает священной и очищающей силой.

В трудах Плиния Младшего содержатся сведения о том, что в Германии за Рейном (в окрестностях нынешнего г. Висбадена) имеются теплые источники, в которых вода кипит каждые три дня, и вокруг источников отлагается известковая накипь (пемза).

Все это свидетельствует о большом интересе античных ученых к вопросам гидрогеологии и о попытках научного объяснения наблюдаемых явлений.

Труды Эола и истоки почвоведения

Огромное значение в жизни нашей планеты играют процессы выветривания. Лукреций в поэме «О природе вещей» дал почти классическое описание этих процессов.

«Почва, во-первых, когда накаляет ее непрерывно

В части какой-нибудь солнце, когда ее топчут ногами,

То выдыхает она туманные легкие тучи

Пыли, которую мощный разносит по воздуху ветер.

Частью же комья земли растворяются силой ливней,

И берега разьедают и точат бегущие реки».

Диодор пишет о том, что галльские реки меняют свое течение изгибами и рукавами и ударяются о подошвы идущих параллельно течению рек гор, при этом отламывают большие глыбы. Наглядную

картину геологической деятельности рек рисует Плиний Младший в письме к некоему Макрину. Он пишет, что «Тибр вышел из берегов и разлился по низким местам. Хотя канал, сделанный предшественнейшим императором, и обессилел его, но вода затопляет долины, течет по полям и по ровным местам. Реки, которые он [Тибр] обычно принимает в себя и, смешав со своими водами, несет вниз, он теперь заставляет идти вспять и, таким образом, заливая чужой водой поля, с ним не смежные. Анио [река]... сломал уже большую часть рощ, ... он подмыл горы; обрушившиеся громады во многих местах его заперли: ища утерянный путь, он сворачивает постройки и стремительно вырывается из развалин». Древнегреческий историк Полибий (около 200 — около 120 гг. до н. э.) отмечает, что за счет «весенних потоков» возникают овраги. Страбон указывает на геологическую работу приливов и отливов, останавливается и на том, что это природное явление бывает каждый день два раза. Итак, в античную эпоху ученые были знакомы с процессами выветривания, эрозии и геологической работой рек.

Хорошо известно, что в античном мире огромное значение придавалось сельскому хозяйству, особенно выращиванию хлебных злаков и винограда. В фундаментальных трактатах римского писателя Катона Старшего (234—149 гг. до н. э.) «О земледелии», Варрона и Колумеллы «О сельском хозяйстве» и других большое внимание уделяется свойствам почв. Хорошую изученность этого вопроса уже в классический период, отмечал греческий писатель Ксенофонт Афинский (430—355 или 354 гг. до н. э.).

Катон дает ряд рекомендаций по использованию различных почв. Так, люпин лучше всего сеять на красной глине, рыхлой песчаной земле, тяжелой гравелистой и песчаной, где нет сырости; полбу — на белой и красной глине, вязкой почве, а также там, где много влаги; чечевицу — на земле, содержащей много щебня и красной глины. Аналогичные соображения приводит Колумелла. Он отмечает, что немногие специалисты могут «разобраться во всем разнообразии почв и в их свойствах», не многим удалось правильно оценить «разные виды разнообразнейших земель... некоторые вводят в заблуждение своим цветом, некоторые — своими качествами; в одних странах хороша черная земля, которая зовется pulla, как в Кампании; в других лучше мажущаяся и жирная; в некоторых, как, например, в Африке и в Нумидии, рыхлые пески превосходят своим плодородием самые сильные почвы...». Плинием Старшим выделены следующие виды почв: «чернозем», «красная земля», «меловая почва», «жирная почва», «белый песок», «черный песок», «красный песок», «углеизвестковистая почва», «мягкий туф».

Завершая раздел о геологических представлениях античных ученых, необходимо отметить, что влияние деятельности человека на окружающую среду осознавалось и в то далекое время. Помимо ранее приведенных фактов большой интерес представляет свидетельство римского поэта Овидия (43 г. до н. э. — около 18 г. н. э.). Он пишет, что «теперь [в его время] извлекаются из недр земли плавкое золото, оседают горы благодаря добываемому из них мрамору; обращаются вспять зеленоватоголубые воды» в результате сооружаемых в море молв. Римский политический деятель, оратор и писатель Цицерон (106—43 гг. до н. э.) замечает, что нередко юридические споры ведутся не о важных государственных делах, а о «намывных берегах и островах». Отдавая себе отчет в том, что нередко деятельность человека приводит к необратимым процессам в природе, греки и римляне принимали правительственные решения, направленные на охрану окружающей среды. Можно лишь удивляться прозорливости государственных деятелей того времени. Приведем ряд примеров. Полибий, в частности, отмечает, что постановлением сената Италия в части разработки металлов была «поощрена», хотя трудно найти страну столь богатую металлами, как Италия. В данном случае речь идет о сенатус-консульте (постановлении), запретившем разработку металлов в Италии в эпоху Гракхов (II в. до н. э.). Полибий же упоминает и о законе, по которому ограничивалась добыча олова в Британии с целью сохранения верхнего слоя земли.

Весьма поучительно высказывание Плиния Старшего: «А мы и стрелы напитываем [ядом], и самому железу сообщаем нечто еще более губительное, мы и реки отравляем, и самые стихии природы, и даже то, что поддерживает существование, обращаем во вред живущему». Насколько актуальны эти слова и в наше время, спустя почти две тысячи лет!



Глава III

ДРЕВНИЕ РУДОЗНАТЦЫ

Где искать медь и золото!

Места разработки месторождений полезных ископаемых в античное время назывались приисками, копиями или рудниками. При этом различали коренные и россыпные месторождения. Природа последних была хорошо известна. В частности, Диодор, описывая месторождения полезных ископаемых в Галлии, отмечает, что в этой стране сама природа, не требуя от местных жителей тяжелой работы в рудниках, приходит к ним на помощь: галльские реки разрушают коренные месторождения и остается лишь извлечь золотой песок из разрушенного горного материала. Сведения о россыпных месторождениях содержатся у многих древних писателей, в том числе у Страбона, Плиния, известного римского поэта-сатирика Ювенала (около 60 — около 127 гг. н. э.), Диодора. Например, Страбон пишет, что Евдокс, который был известным в те времена естествоиспытателем, ездил в Индию и привез драгоценные камни, из которых одни переносятся реками «вместе с камешками», другие же «вырываются» из земли. Были хорошо известны и золотосодержащие россыпи Нубии золотого происхождения. Уже в античную эпоху среди известных месторождений выделялись богатые, бедные и истощившиеся. Так, золотые рудники Испании считались очень богатыми, греческие Лаврийские серебряные рудники — сравнительно бедными, а месторождение серебра в окрестностях города Маттия (Италия) оказалось весьма бедным и быстро истощилось. Обычно рудники разрабатывались веками. Причем нередко добыча руды продолжительное время не велась, потом возобновлялась и продолжалась до полной отработки месторождения. В отдельных случаях разрабатывали даже старые отвалы.

На рис. 8 дана схематическая карта месторождений античности. Какие же месторождения существовали в античной Греции? Начнем с медных.

К сожалению, сведения о месторождениях медных руд весьма скудные. На Крите были обнаружены залежи медной руды и остатки плавильной печи. Следовательно, на этом острове велась добыча и переработка руды. В античной Греции особенно славилась медные рудники острова Эвбея (в окрестностях города Халкида).

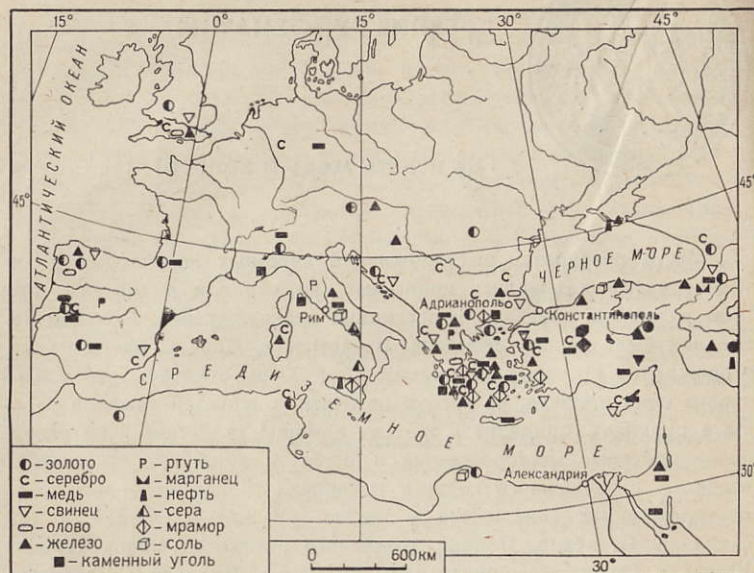


Рис. 8. Схематическая карта полезных ископаемых античного мира

Наиболее достоверные сведения о добыче здесь меди и железа встречаются у Страбона, который, правда, отмечает, что к его времени руда была полностью отработана.

Известно, что бронза является сплавом меди с оловом. Естественно, возникает вопрос, где находились месторождения олова. Не исключено, что олово добывали в самой Греции — в окрестностях Дельф, в Хризейской долине, в некоторых других местах, начиная еще с архаического периода. Именно эти области служили поставщиками олова для всей Греции. Добыча олова в пределах этих территорий, согласно некоторым предположениям, велась, по-видимому, вплоть до раннего средневековья. Если это так, то город Дельфы был не только религиозным, но и важным производственным, а вместе с тем и торговым центром.

Наиболее известные месторождения золота в Греции были расположены на островах Сифнос и Фасос. Геродот говорит, что сифнийцы были богатейшими из островитян, так как на их острове находились золотые и серебряные рудники, столь изобиловавшие рудой, что на одну десятую доходов с них была пожертвована Дель-

фам сокровищница, одна из богатейших. Ежегодные доходы сифнийцы делили между собой. Древнегреческий писатель Павсаний (II в. до н. э.) пишет, что на острове Сифнос были золотые разработки и «бог велел» десятую часть дохода отвозить в Дельфы. Сифнийцы выстроили сокровищницу и стали возить туда десятину. Но когда из «жадности» они перестали приносить дань, произошло наводнение, уничтожившее их разработки. На острове Сифнос наиболее значительные разработки велись в VI в. до н. э. Тогда остров был особенно богат и подвергся нападению самосских пиратов, которые осадили остров и потребовали выкуп в 10 талантов (талант — около 1460 серебряных рублей). Однако в конце VI в. до н. э. рудники были затоплены, после чего упоминаний о богатстве острова больше не встречается.

О золоте на острове Фасос подробно написал Геродот, посетивший прииски. Согласно его данным, Фасос имел свои разработки золотоносных месторождений как на самом острове, так и во Фракии в Скаптесиле (северная часть Греции). Разработки на острове велись много лет, так как гора, в которой находили золото, вся была изрыта. Геродот считает, что начали добывать золото на острове еще финикийцы. Возможно, золото добывали на острове еще в крито-микенский период.

Золотоносные месторождения Фракии, которыми тогда владели фасосцы, находились на восточной стороне горы Пангея. В районе Пангеи сосредоточены также месторождения кристаллического известняка — мрамора. Здесь велась его добыча. Большинство сооружений при царе Македонии Филиппе строилось именно из этого мрамора. Интересно, что на Фасосе встречается тот же мрамор.

За обладание фасосскими и пангейскими рудниками уже с начала V в. до н. э. начинается упорная борьба. Так, знаменитый афинский полководец Мильтиад был увлечен идеей захвата рудников сначала Фасоса, а затем Пангеи. Борьба за пангейские рудники между Фасосом и Афинами, в которую затем вмешался город Олиф, шла в течение V и IV вв. до н. э. и закончилась победой царя Македонии Филиппа. Кстати, в Македонии, было и собственное месторождение золота, о котором упоминает Аппиан. Он говорит, что недалеко от города Филиппы есть другой холм, который называют холмом Диониса, где имеются золотые рудники.

Однако в целом Греция никогда не была особенно богата золотом. На недостаток золота указывает монетная система Греции. Почти все денежные знаки делались из серебра.

Главное месторождение серебра в Греции было в Аттике. Здесь находились знаменитые Лаврийские рудники. Серебро входило в состав свинцового блеска (галенита).

Современные геологические исследования показали, что Греция

особенно богата железными рудами. По-видимому, главным образом в Греции добывались железный блеск и магнитный железняк. Для разработки железа необходимо было наличие легкоплавкой руды, так как железо выплавляли при относительно низкой температуре путем прямого восстановления сыродутным способом.

Для получения железа и других металлов, не встречающихся в самородном виде, необходимо топливо. Практически единственным топливом в те времена было дерево. Поэтому добычу железной руды и ее переработку вели в тех местах, где был лес. Отсутствие леса, а точнее, его полная вырубка на острове Эльба послужило причиной того, что железная руда не обрабатывалась на месте, а отправлялась в Италию, где находились плавильные печи.

Непосредственных свидетельств о добыче железной руды в Греции в античный период не встречается, однако это не значит что добычи вообще не было. Скорее всего добывали лежащие на поверхности земли желваки железа. Систематических горных работ не велось. Наиболее богатой железными рудами была Лакония, где были найдены шлаки. Руду добывали, по-видимому, в горах Тайгета.

Во время походов Александра Македонского были открыты рудные области за пределами Греции. Так, в Верхнем Египте при Птолемеях велась интенсивная добыча жильного золота в горном хребте Вади-Алкали. Осуществлялись работы на старых фракийских россыпях, причем наибольшего объема добыча достигла при царе Филиппе III. В Лидии (Малая Азия) золото добывали как из золотоносных жил гор Тмола и Сипила, так и из золотоносных песчаных россыпей рек Пактола и Тмола. Именно это золото служило основным источником богатств лидийских, а затем персидских царей. К началу I в. н. э. лидийские золотоносные месторождения были полностью исчерпаны.

Серебро и свинец в эллинистический период продолжали добывать в Лаврионе (близ Афин). Однако объем добычи был намного меньше, чем в V и IV вв. до н. э., так как большую часть этих металлов стали ввозить из Карфагена и Испании. Добыча меди велась в Киликии, в Фаюме (Египте) и Малой Азии. Олово ввозили главным образом из Британии. Наиболее знаменитые месторождения железа были сосредоточены в северо-восточной части Малой Азии, в области Халибов.

Особенно богатые залежи различных металлических руд в античную эпоху были на Пиренейском полуострове. В Испании, главным образом возле Нового Карфагена, добывалась серебряная руда, однако в римский период добыча прекратилась ввиду полного истощения этих месторождений. В Испании добывали также золото, медь, свинец, сурик, олово и железо.

Свидетельствует Агрикола

Изучению античных месторождений различных полезных ископаемых значительное внимание в своих работах уделил Агрикола. Георгий Агрикола, выдающийся ученый своего времени, родился в саксонском городке Глаухау в 1494 г. Он работал преимущественно в Саксонии и Чехии. Изучение производства в этих наиболее развитых в средние века горнопромышленных районах Центральной Европы и посещение других районов и стран позволили Агриколе создать ряд весьма ценных трудов по минералогии, геологии, горному делу и металлургии.

Агриколу по праву считают основоположником минералогии и геологии. Этим вопросам посвящены следующие его работы: «О происхождении и причинах подземных веществ», «О природе того, что вытекает из Земли», «О новых и старых металлах», «О природе ископаемых». Вопросам горного дела и металлургии посвящен фундаментальный труд «О горном деле и металлургии».

Следует указать, что Агрикола большое внимание уделял наследию классиков античной литературы. Ему удалось собрать и обобщить огромный по тому времени материал, который представляет значительный интерес и в наши дни.

Агрикола, ссылаясь на Страбона, пишет, что золотом богаты холмистые области Британии. В Испании, прежде всего в Бэтике, также имелось золото, причем в гораздо большем количестве, чем в других странах. Оно добывалось не только в горах, но и в долинах больших и малых рек. Кроме Испании россыпные месторождения золота были в Галлии, ручьи и реки которой также приносят в долины золотой песок. Он пишет также, что в Аквитании с очень небольшой глубины добывали золотые самородки такой величины, что их не нужно было переплавлять. Кроме того, находили глыбы, заполненные золотыми блестками. Как отмечает Плиний, тауриски находили [в Норике] на глубине двух футов золотые самородки размером в фасоль. При плавлении терялась лишь 1/8 их массы. Рядом с Нориком находится Далмация. Здесь, как говорит Плиний, в царствование Нерона было открыто месторождение золота, дававшее ежедневный доход в 50 фунтов.

Агрикола кратко описывает месторождения золота в Македонии, Фракии, на островах Фасос и Сифнос. Подробнее рассказывает он о Малой Азии и Кавказе. Он пишет, что в Лидии золото добывали в горах Тмола. У р. Пактолы, омывающей месторождение золота, как говорит Варрон, были золотые воды; поэтому эта река была названа Хризорроа [несущая золото]. Река Гермос, в которую впадает Пактола, известна своим золотоносным песком. В Армении золото добывалось в рудниках Сисперетис; Александр

Великий [Македонский] послал сюда Мемнона [своего полководца] с солдатами. В Каппадокии золотой песок несет река Фермодон. Колхида прославляется в «Анналах» за золотое руно. Сваны (иногда иберийцами), жившие на Кавказе, большие и малые реки которого несли золотой песок, собирали его на продырявленные дощечки и овечьи шкуры, разложенные по дну, так возникла легенда о золотом руно.

Агриколой упоминаются месторождения золота в Аравии, Персии и Кармании. Огромную территорию Казахстана, Средней Азии и Сибири Агрикола именует «страной массагетов». Он пишет, что «у массагетов также было много золота; в Бактрии река Охс приносила в долину золотой песок». «Индия — страна, чрезвычайно богатая золотыми месторождениями. Плиний утверждает, что на самой высокой горе Гималаев жители разработали золотой прииск. В реках Гипанис и Мегарсус был золотоносный песок».

Агрикола охарактеризовал месторождения северной части Африки. В Африке, в Египте, в Эфиопии, было много золотых рудников. Самой богатой золотом была страна, расположенная в трех днях езды от Нопаты к Красному морю. В Эфиопии золотой прииск находился между святилищем Меркурия и островом Мерос, а также на самом острове. Золотые прииски были в Атласе и горной области Мавритании.

Подробно описал Агрикола месторождения серебра. Со ссылкой на Старобона он пишет, что «в Европе, особенно богата серебром была Британия. В Испании также добывалось много серебра. Там находились очень доходные рудники. Рудник под названием Бебуло давал Ганнибалу доход ежедневно 300 фунтов серебра. Далее Агрикола называет месторождения серебра в Германии, на Сардинии, в Азии. Он пишет, что особенно богата серебром была Колхида.

Из стран, где разрабатывались месторождения меди, Агрикола называет Испанию, Францию, Германию, Италию, Азию. В Азии он отмечает «медный рудник на острове Халкитис в районе финийского города Халкедон, рудник в Трое у деревни Астира, во Фригии вблизи города Кистене. Отсюда, очевидно, пришел фригиец Делос, который, по мнению Теофраста, изобрел плавку и сплав меди. На Кипре, который древние латинские летописцы называли страной, очень богатой медью, было много известных медных рудников... Горы в Палестине были также богаты медью. В Аравийской пустыне у селения между Петра и Зоара находится медный рудник. Медные рудники располагались в Кармании; массагеты добывали медную руду в больших количествах. В Африке медными рудниками владели эфиопы на острове Мерос».

Агриколой приводятся и описания месторождений ртути.

О ртутных рудниках не осталось никаких письменных документов, известно лишь о трех месторождениях киновари; из руды, добываемой в них, получали ртуть. Хотя в летописях встречаются названия месторождений ртути, но не указывается их местонахождение. Известно, что одно из трех месторождений находилось в Испании, оттуда киноварь доставляли в Рим. Второй рудник находился в Аттике. Третий рудник находился в Ионии на Цильбианской равнине, как сообщает тот же Плиний. На Востоке и в Африке не было найдено ни киновари, ни ртути».

Относительно месторождений олова и свинца Агрикола пишет, что «очень богата оловом... Британия. Торговцы скупали его и на кораблях отправляли в Галлию... Чрезвычайно богаты оловом многие местности Испании, в первую очередь Лузитания и Галлеция».

«Черный свинец... добывали жители острова Цинна; богата свинцом и область Кантабрия в Испании... В Азии известны два свинцовых рудника. Один находится у Себастии в горах Норик и Киликии, другой — недалеко от известного города Пергамо в Тавфрании». О первом пишет древний медик Диоскорид (I в. н. э.), о втором — также медик Гален (около 130 — около 200 гг. до н. э.).

Заканчивая описание рудных месторождений, Агрикола отмечает, что «железными рудниками богаты все горные страны». Он перечисляет месторождения Британии, Испании, Галлии, Германии, Норика.

Поиски велись!

Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых в настоящее время ведутся по хорошо разработанной и достаточно сложной методике. Используют при этом новейшие достижения науки и техники. В частности, широко применяются аэрофотосъемка, большой комплекс геофизических исследований, буровые и горные работы. В основу поисков положены закономерности размещения полезных ископаемых. А как обстояло дело в античную эпоху? Однозначно ответить на поставленный вопрос в настоящее время невозможно. Видные исследователи единодушно указывают на отсутствие прямых описаний работ, предшествующих началу добычи полезных ископаемых. Мы согласны с этим, особенно если говорить о классическом и эллинистическом периодах в истории Древней Греции. Однако косвенные данные позволяют предположить, что в античное время (особенно в римский период) поиски месторождений полезных ископаемых все же велись.

Прежде всего, почти во всех дошедших до нас античных источниках, так или иначе затрагивающих вопросы добычи и исполь-

звания минерального сырья, подчеркивается мысль о том, что полезные ископаемые являются продуктом недр земли и, следовательно, там они в основном и расположены. В античную эпоху это было чрезвычайно важно. Тем более, что Тацит не раз говорит о возможности обнаружить месторождение полезного ископаемого, не имеющее выхода на поверхность. Однако уже в то время специалистам по горному делу были известны некоторые косвенные признаки, по которым такое месторождение можно было найти. Плиний по этому поводу отмечает, что предприимчивость «многообразными способами» исследует недра земли. У Витрувия, например, имеются совершенно определенные указания на то, как искать месторождения подземных вод. Наконец, стоит отметить, что в эллинистический период появились такие инструменты, которые могли успешно применяться в горных разведочных и поисковых работах. Это, например, измерительный прибор античного механика Гиерона Александрийского диоптер — предшественник теодолита.

Интересно в этом плане свидетельство знаменитого римского историка Корнелия Тацита (55—120 гг. н. э.): «Немного спустя той же чести [триумфальных отличий] добился Курций Руф, вырывший в окрестностях Маттия шахту с целью обнаружить залежи серебра. Месторождение он нашел бедное и вскоре истощившееся, а на долю легионов достался изнурительный труд, стоивший немало жертв, — копать канавы и вести под землей работы, которые тяжелы даже на ее поверхности. Измученные всем этим солдаты тайно составили письмо, в котором от имени нескольких армий — ибо подобные вещи им приходилось терпеть во многих провинциях — умоляли императора при назначении командующих жаловать им триумфальные знаки отличия заранее». В этой цитате дается непосредственное описание поисковых работ. Трудно предполагать, что эти работы велись только в надежде на случай. Подобные работы производились повсеместно (во многих провинциях), и для их выполнения широко привлекалась армия. Власти, видимо, всячески поощряли поисковые работы и за открытие месторождений полезных ископаемых удостоивали воинских начальников высоких военных отличий (триумфальных почестей). Стремясь их заслужить, полководцы, вероятно, проявляли излишнее рвение, что становилось нестерпимым для солдат, которые нередко протестовали. Свидетельство Тацита еще раз подтверждает, что поисковые и геологоразведочные работы считались в высшей степени тяжелым и изнурительным трудом.

Приведем еще некоторые интересные сведения того же автора. Говоря о германцах, он замечает, что «в серебре и золоте боги им отказали — не знаю, по расположению ли к ним, или гневаясь на них». Далее он пишет, что не станет утверждать, что «совсем нет серебряных или золотых жил в Германии, ибо кто ее почву

исследовал?» Здесь мы видим прямое указание на возможность «исследовать почву». Это обстоятельство чрезвычайно важно. Тем более, что Тацит не раз говорит о необходимости исследовать почву, в частности перед началом строительства сооружений. Следовательно, есть основания считать, что Тацит осознанно или подсознательно впервые отметил возможность целенаправленных поисков месторождений полезных ископаемых. Интересно и ценное свидетельство Плиния Младшего, который, описывая свое имение в Этрурии, замечает, что камень найти не легко даже при «специальных поисках». Это указывает на то, что специальные поиски, в частности строительных камней, в римский период проводились.

Наконец, Страбон пишет, что «архелаевыми рудокопами» в Каппадокии были найдены пласты хрусталя и ониксового камня. Можно предположить, что здесь также речь идет о целенаправленных поисках. «Рудокопы» вряд ли могли рассчитывать только на случай.

Итак, совокупность всех имеющихся данных позволяет считать, что в целом в античную эпоху поиски месторождений полезных ископаемых велись, но велись спорадически. Преобладающее значение имел случай. Поиски, основанные на научных методах с учетом геологических закономерностей, практически отсутствовали.

Первые карты

Основой современных поисков месторождений полезных ископаемых являются геологические карты различного масштаба. Античный мир не знал геологических карт. Географические карты составлялись и служили различным военным и экономическим целям. Эти карты были редкостью. Первым составителем географической карты Эратосфен называет древнегреческого ученого Анаксимандра. Диоген Лаэртский также утверждает, что первым «нарисовал очертания земли и моря» Анаксимандр. Он же «соорудил сферу» (может быть, глобус?). На древних географических картах изображались не только материки, моря, озера, реки, но и горы. Геродот упоминает некоего Аристагора, который, по словам лакедемонян, вступив с персидским царем в переговоры, принес с собой медную доску, где была вырезана карта всей Земли с морями и реками. Есть сведения, что географические карты составляли Демокрит и другой греческий философ Евдокс. Известны также карты Геродота, Птолемея (например, карта Кавказской Албании, исследованная С. Н. Муравьевым), Марцеллина и др. На распространенность карт в античной Греции, по крайней мере среди

ученых, указывает Аристотель. Говоря о реках, которые чаще всего питаются за счет тающих снегов, он подчеркивает, что это становится очевидным, если «посмотреть карты Земли».

Большое значение для геологоразведочных и горных работ имеют крупномасштабные карты и схемы. Последние без достаточно точных измерительных и визирных инструментов составить невозможно. Ранее отмечалось, что в эллинистический период уже был известен визирный инструмент Гиерона. Об умении древними специалистами составлять достаточно точные схемы свидетельствует изумительное (по словам известного исследователя античности Дильса) сооружение на Самосе — водопровод Эвпалия. Этот водопровод проложен в туннеле длиной более 1 км, прорытом в горе. Особенность сооружения водопровода состояла в том, что туннель начали рыть с обоих концов горы одновременно. Здесь наиболее интересен вопрос о том, каким образом удалось обеспечить почти точную сбойку двух выработок? Принципиальное решение такой геодезической задачи дано Гиероном. Проведя ряд геометрических построений, Гиерон заключил, что если туннель делать предложенным им способом, то работники с обеих сторон встретятся. Эвпалий, руководивший сооружением водопровода, видимо, прекрасно разбирался в тонкостях этого дела, что и обеспечило успех работы.

Особо остановимся на очень интересной древнейшей карте одного из золоторудных месторождений (рис. 9) Древнего Египта. На карте имеются следующие надписи: «Дорога, которая ведет к морю» (1), «Гора золота» (2), «Дома селения золотоискателей» (3), «Стелла Мен-маат-ра» фараона Сети I (4), «Дорога Та-Менти» (5), «Гора Аммона» (6), «Гора: пребывает Аммон в ней» (7), «Святынище Аммона горы чистой» (8), «Гора, в которой промывается золото» (9), «Дорога... памер» (10), «Гора золота» (11), «Другая дорога, которая ведет к морю» (12), колодец (13) — и, наконец, заштриховано обрабатываемое поле (14). Карта изготовлена из папируса коричневого цвета. Дороги окрашены в светло-розовый цвет. Этот же цвет имеют здания поселка золотоискателей и святынища Аммона. Более интенсивным розовым цветом окрашены горы, идущие по краям дорог. Одна из гор поверх общей для всех раскраски покрыта тремя полосами шоколадного цвета, разрабатываемая гора покрыта темной красной краской.

Эта карта составлена во времена царствования фараона Сети I (1337—1317 гг. до н. э.) или его сына Рамсеса II (1317—1251 гг. до н. э.).

Прежние исследователи этой карты считали ее географической, призванной с максимальной надежностью указывать пути для поисковых отрядов. Однако крупность масштаба карты, небольшая площадь показанного района, приведенные на ней данные позволяют

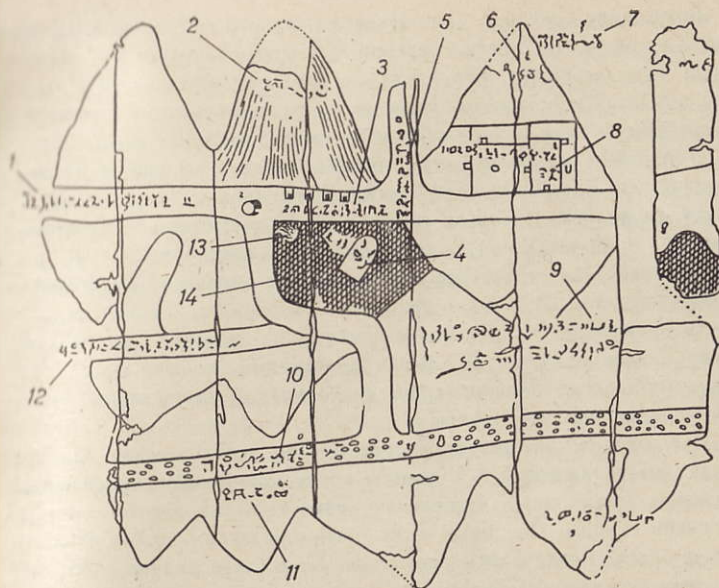


Рис. 9. Древнейшая карта золоторудного месторождения

считать ее древнейшей детальной картой, характеризующей «геологическую» изученность золоторудного района, в котором отдельные объекты находятся в эксплуатации, а другие разведаны и ждут своей очереди. Эту точку зрения отстаивает и М. М. Максимов.

Значение случая и поисковые методы

Уже говорилось, что из всех открытых в античную эпоху месторождений полезных ископаемых большая часть была обнаружена случайно. Страбон отмечает, что пашущие «пеонийскую землю» находят куски золота. Так как золото часто встречается в природе в самородном состоянии, обнаружить его было не очень трудно. На острове Сифнос до сих пор сохранились многочисленные неглубокие поисковые штольни, которые проходили при поисках золота. Если поиски не приводили к положительным результатам, то проходка прекращалась.

Возведение случая в ранг некоего научного метода поисков месторождений, в частности серебра, можно обнаружить у Ксенофонта. Так, он пишет, что когда «копают и ищут немногие, то мало думается и результатов получается; а когда ищет много народу, то серебряную руду обнаруживают во многих местах».

О надежде на случай при поисках золота пишет и Плиний Старший. Он замечает, что «когда рыли землю... еще не знали, найдут ли золото. И только надежда на достижение желаемого служила побудительной причиной для всех рисков и расходов» Представляет интерес и отрывок из римского рудникового законодательства В нем, в частности, говорится, что если кто-нибудь «оккупирует» несколько шахт и в одной из них действительно найдет руду, то он обязан производить добычу и во всех остальных шахтах одновременно, иначе другой имеет право захватить «оккупированные» шахты.

Нас, однако, интересует вопрос о том, использовались ли при поисках месторождений в античную эпоху какие-либо определенные поисковые признаки. К сожалению, свидетельства в этом отношении очень скудны. Основным поисковым признаком золота был его цвет и блеск. Различалось россыпное и коренное золото. Россыпные месторождения искали в долинах рек, коренные — в гористых местностях.

Плиний Старший дает такие рекомендации по поискам россыпного золота. Прежде всего следует снять корку, так называемый «указатель золота». На этом месте затем вырыть ров, песок промыть и по осадку определить его достоинство. О коренных месторождениях золота Плиний пишет, что «золото, ископаемое в шахтах, называется жилowym... лежит в мраморном хряще, но не в таком блестящем виде, как в восточных странах, на сапфире, фивском камне и на других драгоценных камнях, а облекает пленками мрамор».

Серебро Плиний не рекомендует искать на поверхности, поскольку оно «не сверкает искрами», как золото. Кроме того, в античную эпоху было известно, что почти во всяком золоте содержится серебро, которое было довольно распространенным металлом. Серебро добывали почти во всех провинциях обширной Римской империи. Серебро наилучшего качества в больших объемах добывали в Испании. Как отмечает Плиний, серебро в Испании находят в бесплодной почве и в горах, причем там, где найдут одну жилу, неподалеку обнаруживают и другую «благодаря свойствам земли».

Медные руды Плиний Старший начинает описывать с халкита (вероятно, халкитом называли медный колчедан). Он отличается от «кадмии» тем, что первый добывается в поверхностных слоях

земли, а второй из слоев, находящихся в глубине, также и тем, что «как бы удобно растирается, мягко и похож на густую волну».

Свинцовую руду (черный свинец), по свидетельству Плиния Старшего, чаще всего находят рядом с жилами серебра. Месторождения олова (белого «свинца») можно обнаружить на поверхности земли. Последняя обычно бывает песчаной и имеет черный цвет. Наличие олова легко определяется по массе земли. Касситерит находят и в так называемых «аллювиях» — золотых приисках.

Важнейший поисковый признак железа, по данным Страбона и Плиния, — это темно-коричневый цвет земли. Причем, как указывает Плиний, обнаружить месторождение железа несложно.

Плиний Старший впервые дал описание самородной ртути: В серебряных жилах находится... камень, из коего истекает жидкость, никогда не застывающая, называемая живым серебром — ртутью». Витрувий отмечает, что для нахождения киновари следует иметь в виду, что она представляет собой комья, а в жиле похожа на железо, но более рыжевато-красного цвета с красной вокруг нее пылью. Когда ее добывают, то при ударах инструмента она выделяет следы киновари.

Несмотря на ограниченность сведений о методах поисков полезных ископаемых, следует все-таки остановиться на некоторых интересных моментах. Говоря о поисках золота и серебра, Плиний Старший упоминает некий пробирный камень. По свидетельству Теофраста, этот камень первоначально находили только в реке Тмоле, однако позже он был обнаружен и в других местах. Камень носил даже специальные названия: гераклия, лидия. Плиний Старший приводит размеры камня: длина не более 10 см, ширина — более 5 см. Сторона, обращенная к солнцу, у этих камней лучше, чем та, которая обращена к земле. С помощью этих пробирных камней эксперты, отколов от куска руды пробу, немедленно могут сделать заключение, сколько в ней содержится золота, серебра или меди с точностью до «скрупула». Плиний характеризует этот способ как универсальный и безошибочный. Об этом же камне еще в VI в. до н. э. писал спартанец Хилон; о нем же упоминает Архимед: «На пробирном камне испытуют золото — нет надежней пробы». Что это был за камень и как с его помощью опробовали руды, остается для нас пока загадкой.

Наличие россыпного золота в земле определялось с помощью так называемого сегутила — верхнего слоя земли, которая засыпалась в корыто с песком и неоднократно промывалась, после чего по остающемуся осадку делались соответствующие выводы. Плиний Старший отмечает, что иногда золото находится на самой поверхности земли. «Но это, — говорит он, — редкое счастье. Впрочем, — продолжает Плиний, как раз недавно, в правление Нерона,

в Далмации была найдена такая жила, которая ежедневно приносила 50 фунтов прибыли».

При поисках серебра иногда проходились так называемые пробные выработки (закопушки) или колодцы (шурфы). Однако объем этих работ был незначителен, так как он не гарантировал успеха поисков.

Как искали воду

Уже говорилось о том, что в античную эпоху центральная часть Греции Аттика обеспечивалась водой главным образом за счет подземных источников. Причем поиски и добычу воды вели сами жители. При большом числе жителей требовалось огромное количество колодцев. Даже если считать, что один колодец снабжал водой 50 человек, а половина населения Аттики брала воду из естественных источников, то и в этом случае на данной территории должно было действовать пять тысяч колодцев. Вероятно, поисками воды и рытьем колодцев занимались люди, имеющие определенный опыт и навык в этом деле. Трудно предположить, что шурфы глубиной до 20 м и более проходили люди, незнакомые с этой работой.

Единственным, уникальным источником, сохранившим для нас описание методов поисков подземных вод, является трактат Витрувия. Витрувий описывает следующий, довольно простой способ поисков источников подземных вод: «Их следует отыскивать таким образом: надо перед восходом солнца растянуться на земле ничком в том месте, где производятся розыски, и, положив и оперев подбородок на землю, оглядеть окрестности. Действительно, в таком положении, раз подбородок будет неподвижным, взгляд не подымется выше, чем следует, но обзрит местность на ровной, точно ограниченной высоте. Тогда в тех местах, где появятся волнистые испарения, поднимающиеся в воздух, там и надо рыть. Ибо в сухом месте этого явления не может происходить». Витрувий привел ряд поисковых признаков: «Признаки же воды в описанных выше земных породах следующие: там произрастают тонкий камыш, тальник, ольха, витекс, тростник, плющ и другие, обладающие тем свойством, что не могут зародиться без влаги». Однако далее он предостерегает, что эти признаки могут ввести в заблуждение, если не учитывать, где перечисленные растения произрастают: «...случается, что те же растения рождаются в лощинах, которые, будучи расположены ниже поля, накапливают зимой влагу дождей и полей и, благодаря своей емкости, долго ее сохраняют. Таким явлениям не следует доверять, но в тех местностях и участках, отнюдь

не лощинах, где водятся подобные растения, не насажденные, но естественно, сами собой зародившиеся, там и нужно искать».

Таким образом, Витрувий дал геоботанические признаки распространения близповерхностных подземных вод, которые широко используются и в наше время.

Об успешном использовании геоботанических методов и исследовании рельефа местности для поисков воды свидетельствует весьма характерный рассказ Плутарха. Царь Митридат расположился лагерем на сильно укрепленной и неприступной горе, но покинул эту позицию из-за недостатка воды. Гору занял затем римский полководец Помпей. Предположив по виду растительности и по характеру горных ущелий, что на этом месте должны быть источники воды, он приказал прорыть повсюду колодцы, и «тотчас в лагере появилась вода в изобилии»; Помпей был удивлен, как это Митридат за все время стоянки на этом месте не догадался о такой простой вещи.

«Если на изучаемых участках окажутся признаки воды, то, как рекомендует Витрувий, — ...должны быть произведены следующие испытания. На глубине пяти футов (примерно 1,5 метра) копают яму [шурф] не менее трех футов в длину и ширину и кладут в нее, перед заходом солнца, медный или свинцовый ковш или же таз. То из них, что будет под рукою, надо смазать изнутри маслом и положить вверх дном, а отверстие ямы закрыть тростником и ветками и засыпать сверху землей. На другой день яму следует открыть, и, если в сосуде окажутся капельки и он запотеет, значит, в этом месте имеется вода».

В описываемых рекомендациях вызывает интерес то обстоятельство, что один поисковый признак проверяется другим. Причем оценка первого из них достаточно проста и легко осуществима (только визуальный обзор), а оценка второго требует некоторого времени и несложных «изыскательских» работ.

«Когда эти опыты будут произведены и описанные выше признаки найдены, — пишет далее Витрувий, — тогда в этом месте следует вырыть колодец и, если обнаружится родник, вокруг колодца выкопать еще несколько и посредством подземных канав все соединить в одном месте». Читая эти рекомендации, трудно удержаться, чтобы не отметить, что подобные работы очень напоминают широко применяемую ныне сбойку шурфов горизонтальными выработками для различных целей. Описываемый Витрувием метод увеличения дебита колодца напоминает также развивающийся в настоящее время метод добычи воды с помощью лучевых водозаборов.

Значительное внимание Витрувий уделяет описанию методов исследования и испытаний качества воды.

По природным качествам воду подразделяли на дождевую, родниковую и колодезную. Первую считали самой лучшей, особенно,

как пишет римский естествоиспытатель Колумелла, если она «отводится в закрытую цистерну по глиняным трубам».

Наконец, следует упомянуть еще об одном известном в древности методе поисков подземных вод и даже руд. Как свидетельствуют некоторые источники, для поисков еще в I—II тысячелетиях до н. э. использовался так называемый биофизический эффект («рудотыскающий эффект», «волнистый жезл» и т. п.).

Кто искал полезные ископаемые

Есть веские основания предполагать, что в античную эпоху были специалисты по горному делу, причем знания их ценились очень высоко. Предполагают, что еще в V—IV тысячелетиях до н. э. очень многочисленные мастера горного дела, металлургии и металлообработки на древнейших медных разработках Аи бунара в южной части Болгарии находились в социально обособленном (возможно, привилегированном) положении. Полибий упоминает некоего Алета, именем которого названа одна из возвышенностей и который был удостоен божественных почестей за открытие серебряной руды. Ксенофонт отмечает, что видный афинский политический деятель Никий, сын Никерата, купил заведующего для серебряных рудников за талант. Талант — сумма, равная 60 минам. Мина — сумма денег, равная приблизительно 24 серебряным рублям. Следовательно, талант — это примерно 1456 серебряных рублей. Простой раб стоил в 50—100 раз дешевле. Полибий отмечает также, что во времена Римской империи предприимчивые дельцы покупали рабов и передавали их в распоряжение лиц, ведущих горные работы. Диодор писал, что при добыче золота в Египте всеми работами руководит «сведущий человек», который «умеет различать каменные породы и дает указания рабочим». Имеется свидетельство Плутарха, который сообщает, что римский полководец Марк Красс «обладал множеством серебряных рудников» и имел очень дорогих рабов — «пробирищиков серебра».

В античную эпоху специального технического обучения не существовало, и основные знания приобретались в процессе работы. Накопление соответствующего опыта и позволяло делать определенные обобщения и руководствоваться ими при поисках и разведке. Тем более, что в Элладе, как пишет со ссылкой на Гесиода греческий писатель Филодем (I в. до н. э.), добыча металлов и всякое тому подобное занятие достойно серьезных людей. Естественно, что ценность любого горного специалиста прежде всего состояла в его опыте, знаниях и умении вести добычу полезного ископаемого. Такие люди, за редчайшим исключением, не обладали необходимым литературным образованием, достаточным для написания хотя и

специального, но высокохудожественного произведения. А в античную эпоху только такое произведение могло иметь надежду на успех. Отсюда и скудость наших источников. Римский философ Эпиктет (около 50 — около 140 г. н. э.) отметил: «Строитель не приходит и говорит: „Послушайте мои рассуждения о строительстве“, но, напавший на постройку дома и построив его, показывает, что владеет этим искусством». То же самое можно сказать и о горном специалисте.

Не исключено, что горнотехнические знания и опыт передавались по наследству. По крайней мере известно, что в эпоху поздней античности полусвободные «металлари» в 424 г. н. э. специальным императорским рескриптом были «прикреплены к своей профессии» и она передавалась по наследству. Наконец, наиболее образованные люди пополняли свои знания из литературных источников, в том числе не дошедших до нас.

Таким образом, в античную эпоху, безусловно, были специалисты по горному делу и поискам полезных ископаемых. Ценились они очень высоко, хотя их деятельность по понятным причинам объектом широкой гласности не была.

Разведчики недр

К сожалению, рассказать о разведке месторождений полезных ископаемых в античную эпоху мы можем еще меньше, чем о поисках.

Прежде всего необходимо отметить, что в древнее время добыча полезных ископаемых, особенно золота и серебра, была хищнической. Случайно обнаружив золотоносную жилу, предприниматель максимально интенсифицировал работы и стремился как можно скорее возместить расходы и получить прибыль. Не исключалась опасность конкуренции и насильственного захвата рудника. Подобное положение отмечалось и при добыче других полезных ископаемых. Во всех дошедших до нас горных выработках, за редчайшим исключением, отмечаются следы этой хищнической добычи. В таких условиях говорить о планомерных геологоразведочных работах не приходится. По всей видимости, в античной Греции не было особой необходимости в разведочных работах, поскольку подавляющее большинство месторождений было еще богато и разрабатывалось открытым способом.

Планомерная разведка была возможна только на очень крупных месторождениях, где государство могло оказывать свое регулирующее влияние (Лаврийские рудники, золотоносные рудники Египта, Испанские рудники). В настоящее время считается общепризнанным, что в течение всей античной эпохи недра земли были собственностью

государства и сдавались им в аренду (на откуп) частным лицам на определенный срок.

Отдельные действующие участки Лаврийских рудников сдавались в аренду на короткий срок — 3 года. Участки, требовавшие разведки и устройства системы шахт и штолен, сдавались на 10 лет. Таким образом, государство проявляло определенную заботу о необходимости планомерного освоения природных богатств. В законодательстве римского периода, относящемся к Испанским рудникам, имеется на этот счет интересное положение, согласно которому прокуратор (ответственное лицо, назначаемое центральной властью) может разрешить «для обследования нового рудника отводить от канала (водоотводного) прокоп». Следовательно, в Испанских рудниках определенные разведочные работы проводились. Цель таких работ, по-видимому, заключалась в том, чтобы выяснить, есть ли с полезным ископаемым или нет. Задача оценки содержания полезного ископаемого, видимо, не ставилась.

При разведочных работах какие-либо научные методы не применялись. Разведка в основном носила хаотический характер, точнее, использовался метод, в настоящее время называющийся методом «проб и ошибок». Об этом методе, в частности, свидетельствуют ранее цитировавшиеся отрывки римского законодательства. Стоит несколько подробнее рассказать о Лаврийских рудниках. Здесь обнаружено около 2000 древних шахт, многие из которых находятся очень близко друг от друга. Некоторые из этих шахт, вероятно, были разведочными. Причем многие современные исследователи отмечают целесообразность выбранной методики разведки, которая во многих случаях приводила к желаемому результату.

Свинцовый блеск и серебряная руда в Лаврийских рудниках приурочены к трем контактам между известняками и сланцами. Пласты (слои) имели выход на поверхность. Первоначально работы проводились исключительно на участках, где имелись естественные обнажения. В процессе работ выкапывались ямы, траншеи, пещеры (штольни) — это были первые, наиболее простые открытые разработки. Работы в данном случае осуществляли эмпирически без какого-либо плана.

На втором, более сложном этапе работ проходились галереи и штольни в недрах земли и достигали второго контакта. Первые шахты в Лаврии имели чисто разведочный характер. Например, шахта в Китцо не была пройдена до третьего контакта, так как наткнулась на случайную линзу известняка. Шахта оказалась заложенной неудачно, так как третий контакт, содержащий свинцовый блеск, находился ниже. Однако выявление второго контакта и разработка месторождения системой штолен способствовали росту объема добычи металла. С открытием третьего контакта были выяснены гео-

литическое строение и характер залегания руды. Только после этого можно было перейти от случайных разработок к систематической разведке. Лаврийские шахты, которые проходили для достижения третьего контакта, поражают выдержанностью сечения и большой глубиной (от 35 до 119 м). Шахты закладывали уже не в местах выхода руды на поверхность, а на различных участках для выяснения направления слоев и контактов. Поэтому на определенной прямоугольной или квадратной площади, предназначенной для разработок, их проходили по углам шахты. Затем из этих шахт проходили многочисленные штреки и квершлагги по направлению контакта. Так как контакт не имел прямолинейного характера, то и подземные выработки были зигзагообразными с подъемами и спусками.

При проходке разведочных выработок работы, как правило, прекращались, если встречались породы, в которых обычно не содержался полезный компонент. Так было на Лаврийских рудниках и рудниках Испании. В последних, как отмечает Плиний Старший, проходка выработок прекращалась, если встречались квасцы. Правда, в другом месте этот же автор пишет, что найденная в его время ниже квасцов медная жила «делает надежду беспредельной».

Полибий, описывая Иберийские серебряные рудники близ Нового Карфагена, отмечает, что они имели в окружности 400 стадий. По данным Страбона, золотые Альпийские рудники имеют мощность не более 15 футов; Посидоний, говоря о Турдестанских медных рудниках, даже приводит данные о содержании меди. Он указывает, что медь здесь составляет четверть выброшенной земли.

В классический и эллинистический периоды античной эпохи при проведении горных работ широко использовался труд рабов и вольнонаемных. В римский период для этой цели широко привлекалась армия.

В случае истощения месторождений работы, как правило, прекращались. Низкий уровень техники производства не позволял вести разведку и добычу на глубине, превышающей 200 м. Поэтому в античную эпоху месторождения, расположенные на глубине более 200 м, не разрабатывались.



Глава IV

БОГАТСТВА НАЙДЕНЫ — НАДО ИХ ДОБЫТЬ!

Для чего в античное время проводили земляные работы

Выкапывая пещеры для жилья, ямы для охоты на животных, люди, не ведая того, выполняли определенные виды горных работ. В античную эпоху область использования различных горных выработок значительно расширяется в связи с поисками, разведкой и добычей полезных ископаемых. Их применяли также в военном деле (для сооружения оборонительных рвов, валов и т. д.), в гражданском строительстве (планировка местности, рытье котлованов, проведение подземных туннелей, водопроводов), при гидромелиоративном строительстве (осушение и орошение почвы, сооружение плотин и дамб, создание искусственных водоемов и судоходных каналов, изменение русла рек), в сельском хозяйстве (выкапывание канав, ям, колодцев), в дорожном строительстве, при вырубке камней для строительства, устройстве усыпальниц и огромных подземных кладбищ.

Резкое увеличение объема земляных и горных работ в античную эпоху мы прежде всего связываем с возросшими материальными возможностями общества и развитием его производительных сил. Значительные материальные ресурсы, необходимые для реализации крупномасштабных гражданских и гидротехнических проектов, имели не только некоторые античные государства, но и отдельные лица. С оттенком горечи римский историк Саллюстий (86 г. — около 35 г. до н. э.) по этому поводу восклицает: «Надо ли вспоминать о том, чему никто, кроме очевидцев, не поверит, — как частные лица срывали горы, осушали моря?»

О масштабах проведения горных работ свидетельствуют греческие и римские источники. Приведем два свидетельства, относящиеся к одному и тому же периоду: греческое ко времени греко-персидских войн и римское — ко времени царствования Тарквиния Гордого (V в. до н. э.). Вот свидетельство Геродота о крупном водопроводе: «...самосцы воздвигли на своем острове три самых больших сооружения во всей Элладе. Во-первых, они пробили сквозной туннель в горе высотой 150 оргий (270 м), начинающийся у ее подошвы с выходами по обеим сторонам. Длина туннеля 7 стадий (1250 м), а высота и ширина по 8 футов (2,5 м). Под этим туннелем по всей его длине они прокопали канал глубиной в 20 локтей¹ (около 9 м) и

3 фута ширины, через который в город по трубам проведена вода из одного обильного источника. Строителем же этого водопроводного сооружения был Евпалий сын Навстрофа, мегарец. Это одно из трех сооружений. Второе — это дамба в море, возведенная вокруг гавани. Дамба эта 20 оргий (35 м) высотой и более 2 стадий в длину. Третье сооружение — величайший из известных нам храмов»².

Свидетельство Тита Ливия касается другого древнего сооружения — подземного Большого канала в Риме — стока, принимающего все нечистоты города.

История знает и крупные гидротехнические проекты, которые потребовали выполнения большого объема земляных работ, но не были доведены до конца из-за существенных инженерных просчетов, как, например, канал между Фуцинским озером и рекой Лирисом, прорытый в 52 г. н. э., или судоходный канал от Авернского озера до устья Тибра.

Нельзя не упомянуть о подземных кладбищах (катакомбах), которые были обнаружены в Римской империи, Карфагене, Финикии, Малой Азии, Киренаике, Херсонесе. Сооружали катакомбы и этруски. Наконец, очень много катакомб обнаружено в Риме и его окрестностях. Большинство катакомб сооружалось во II—VI вв. н. э. Они представляют собой разветвленную сеть подземных ходов и галерей, располагающихся на нескольких этажах, глубина которых от поверхности земли достигает 30 м и более. Самые значительные — римские катакомбы, общая длина подземных галерей которых достигает несколько десятков километров. Катакомбы служили местом захоронения первых христиан. Только в римских катакомбах насчитывается около 6 млн. могил.

Внешний контур катакомб обычно представляет собой правильную фигуру, видимо соответствующую границам участка земельного владения, принадлежащего общине. Ввиду недостатка места галереи проходили на разных уровнях. Иногда галереи размещались на пяти уровнях. Глубина первого уровня составила 7 или 8 м от поверхности земли, а последнего достигала 30 м. Проходчики галерей хорошо знали свойства различных пород и закладывали их только в соответствующих местах. В римских катакомбах обнаружены изображения горнорабочих.

Как добывали полезные ископаемые

В античную эпоху существовали различные способы добычи полезных ископаемых: 1) при помощи горных работ, открытых и под-

¹ По-видимому, в тексте ошибка. Речь идет о двух локтях.

² Храм Геры. Его стены раскопаны в 1910—1913 гг.

земных; 2) промыванием и вымыванием; 3) просеиванием; 4) комбинированным способом; 5) выпариванием; 6) специальными способами.

Это подтверждает слова Страбона о том, что золото добывается не только «путем горных работ», но и «промывается». Аналогичное высказывание имеется у Плиния Старшего: «Золото добывается в известных нам странах тремя способами: в виде мельчайших частиц в реках... извлекается из шахт или горных обвалов...»

Однако большая часть рудных и нерудных полезных ископаемых добывались все-таки с помощью горных работ.

В греческом языке общим термином, обозначающим горное производство, т. е. добычу любого сырья из недр земли, служит одно слово, примерно соответствующее русскому сложному слову «рудодобыча». Этот термин применяется при описании добычи строительного камня, драгоценных камней, металлической руды, соли, даже воды. Аристотель говорит, что горное дело охватывает различные отрасли. В данной работе под термином горное дело понимается способ добычи полезных ископаемых, связанный с необходимостью проходки горных выработок. В Древней Греции наиболее широко были распространены открытые разработки.

К древнейшим открытым горным выработкам относятся каменоломни, которые сохранились до нашего времени. В большинстве из них добыча велась не только в греческий, но и в римский период. Поэтому те заключения, которые можно сделать о технике добычи камня, в большинстве своем относятся к римскому периоду.

Каменоломни были открытыми (на Пентеликоне, в Сиракузах) или подземными (на о. Парос, в Гортине на о. Крит). Приемы выемки камня в открытых разработках не везде были одинаковыми. Так, на юго-западном склоне Пентеликона, где расположены одна над другой 25 античных каменоломен, из которых некоторые находятся на высоте примерно 100 м над уровнем моря, добычу проводили вертикальными срезами, достигавшими иногда значительной высоты. По некоторым данным, древние добыли в этих каменоломнях около 400 000 м³ мрамора. На островах Скирос, Наксос и в каменоломнях Сиракуз разработка шла одновременно в двух местах.

Древние каменоломни имели необычайно большие размеры. По свидетельству Фукидида, в Сиракузских каменоломнях работали семь тысяч пленных афинян.

В техническом отношении процесс добычи руды был близок к процессу добычи камня. Похожи были и используемые орудия труда, технические приемы и др.

В глубокую древность уходит и добыча медных руд. Так, медные разработки на территории Южной Болгарии датируются V—IV тысячелетием до нашей эры. Выработки под названием Аи бунар

расположены в невысоком горном хребте Средняя Гора. Самая длинная рудная выработка здесь вытянулась 110-метровым карьером. Наибольшая глубина карьера достигает 30 м. В этом месте около 6 тыс. лет назад древнейшие горняки Европы, орудия лишь роговыми, каменными и медными кайлами и молотками, раздробили и вынули на поверхность 30 000 т скальной породы. Общая длина выработок около 0,5 км. Из добытой скальной породы извлекли до 2000—3000 т медной руды — малахита и лазурита, а из нее выплавляли до 500—1000 т меди. По окончании работ выработки заполнялись пустой породой. Здесь также добывали золото.

В мрачных штольнях

Прежде чем руду поднимали на поверхность, ее предварительно сортировали. Дело в том, что на поверхность извлекалась только та руда, которая потом могла пойти на дальнейшую переработку. Руду с низким содержанием полезного компонента по возможности оставляли на месте, пустая порода использовалась для установки подпорных столбов. Иногда этими породами заполняли неиспользуемые выработки. После предварительного отбора руда выносилась на поверхность вручную в корзинах и мешках и поступала на дальнейшую переработку, представлявшую собой многократное дробление и грохочение, обжиг, плавку и т. д.

Важной проблемой при проведении горных работ является осушение обводненных месторождений. В дошедших до нас источниках прямых указаний о проведении аналогичных работ в античное время не содержится. Однако способ осушения обводненных площадей был известен. Так, Тит Ливий пишет, что еще во времена легендарного римского царя Тарквиния Гордого в Риме были осушены низкие места вокруг Форума и другие низины между холмами путем проведения к Тибру вырытых с уклоном каналов. Не исключено, что такой метод мог использоваться и при осушении месторождений. Довольно широко практиковалось и осушение земельных участков для сельскохозяйственных нужд.

Способ разработки россыпных месторождений (в основном золота) принципиально не отличался от способов, применяемых в наше время, т. е. многократного промывания. Причем промывали весь золотосодержащий слой. Был известен также способ добычи россыпного золота путем просеивания. Добываемое в Нубии (Африка) из россыпных месторождений золотого происхождения золото так и называли «просеянным». В древнеегипетских надписях такое золото изображалось знаком, составной частью которого было сито. При разработке россыпей, вероятно, широко применялось просеивание на ветру, что вполне оправдывало себя в условиях нехватки воды.

Если при разработке коренных месторождений возникали какие-либо затруднения, использовался комбинированный способ. Отдельные участки месторождения с помощью целой системы горных выработок обрушивали и затем вымывали полезный компонент сильным водным потоком. Вот как описывает картину добычи золота таким способом Плиний Старший.

«По окончании работ [по проходке системы выработок] столбы сводов подрубаются, начиная с внутренних. Гора начинает проваливаться, и только сторож на ее вершине замечает это. Сторож криком и знаками вызывает рабочих и в то же время сам сбегает с горы. Осевшая гора падает с таким треском, который человеку трудно даже себе и представить. Победители среди невообразимого шума и ветра смотрят на руины природы. Но золота еще нет! Ибо когда рыли, то еще не знали, найдут ли его... После этого наступает новая работа, связанная, однако, с еще большими издержками. Для промывки развалин проводятся реки с горных вершин часто на расстоянии сотни миль. Такие воды называют карруги. И здесь тысяча работ! Скот должен быть крутым, так, чтобы вода скорее падала, чем текла, поэтому она проводится по наиболее высоким местам; долины и другие препятствия соединяются трубами, поддерживаемыми подпорками. В иных местах прорубаются непроходимые скалы, чтобы служить опорой для выдолбленных деревянных проходов. Прорубающие их рабочие висят на канатах так, что издали они кажутся даже не животными, но птицами; вся, они вымеривают скат и проводят линии, определяющие направление, а там, где человек не находит места, чтобы поставить ногу, он проводит реки! Илистая вода невыгодна для промывки золота; ил этот называют уриум. Чтобы избежать уриума, водопроводы прокладываются через скалы и камни. В начале ската, на краю горы вырываются бассейны шириной в 200 футов и глубиной в 10 футов; они имеют пять шлюзов приблизительно в три квадратных фута, так что, когда бассейн наполняется, заслоны выбиваются и струя воды устремляется с такой силой, что руют целые каменные глыбы. Теперь в равнине начинается новая работа. Для стока воды выкапываются рвы, называемые агонами, которые уступами выкладываются досками, по которым вода на весу протекает через обрывы; земля, стекающая по желобу, попадает в море, а разрушенная гора размывается. Таким образом, как говорят, Астурия, Галлеция и Лузитания [Испания] ежегодно дают 20 000 фунтов золота, большую часть которого, однако, производит Астурия, и ни одна страна света не изобиловала золотом в течение столь многих столетий, как она».

Мел, как пишет Плиний Старший, добывали «...из глубины, из колодцев [шурфов], уходящих вниз, по большей части на сто футов; устье у них узкое, а внутрь жила расширяется, как в рудниках».

Поваренную соль в ряде случаев получали способом выпаривания. Поэтическое описание этого способа встречается в стихотворении «Солончак» Клавдия Рутилия Намациана.

«Я посетил «солончак» возле виллы, пока мы стояли, —
Так называется здесь связанный с морем затон.
Волны втекают в него по каналам, прорытым наклонно,
И разливаются там в множество мелких прудов.
Летом, когда зажигает огни свои Сириус ярый,
Сохнет, бледнея, трава, жаждой томится поля,
Замкнуты шлюзы, затворы, волнам прекращается доступ,
И на иссохшей земле влага твердеет дотла.
Соль засыхает в крупницы под жаркими Феба лучами,
В знойные дни все сильнее толстая крепнет кора...»

Как видно, два последних способа добычи полезных ископаемых непосредственно не связаны с участием человека в извлечении полезного компонента. Интересно отметить, что в настоящее время такие способы добычи интенсивно развиваются. К ним, в частности, относятся геотехнологические методы.

К специальным способам разработки полезных ископаемых относятся добыча нефти перегонкой, а также золота и смолы с использованием свойства липкости последней, выжигание извести и др.

Геродот пишет: «Ардерикка¹ находится в 210 стадиях (36 км) от Сус и в 40 стадиях от известного колодца, откуда добывают три разнородных вещества: именно из этого колодца вычерпывают асфальт, соль и масло следующим образом. Асфальт вычерпывают с помощью колодезного журавля, а вместо ведра прицепляют к нему половину винного бурдюка. Погрузив бурдюк, зачерпывают им жидкость и выливают в сосуд. Затем жидкость переливается в другой сосуд, где она разлагается на три составные части. Асфальт и соль тотчас же осаждаются. Масло же²... Персы называют его «раданака», оно черного цвета с неприятным запахом». В этом отрывке Геродот описывает метод перегонки нефти с выделением асфальта и песка, содержащего сырую нефть. Песок, кстати, он называет солью. Таким образом, в те времена добыча нефти осуществлялась с целью получения из нее масла для светильников.

Геродот описывает также оригинальный способ добычи золота и смолы: «На нем [острове Карависе, в Ливии] есть озеро, где местные девушки добывают из ила золотой песок с помощью обманных смолы птичьих перьев». Для большей убедительности он пи-

¹ Ардерикка — поместье (станция) в области Киссия в Вавилонии.

² Пропуск в тексте.

шет, что сам видел, как из озера и из источника добывали смолу: «В это озеро опускают шест с привязанной на конце миртовой веткой, а затем извлекают [из воды] смолу на ветке. Смола эта имеет запах асфальта, но, впрочем, еще лучше пиерийской». Примерно о том же повествует и Плиний Старший: «Жители Сицилии собирают его [асфальт] с помощью венчиков тростника, к которым он пристаёт особенно быстро и пользуются им вместо масла для лампы...»

Заканчивая рассказ о способах добычи полезных ископаемых в античную эпоху, стоит упомянуть о некоторых необычных способах. Вот один из них, описываемый Геродотом: «Другие индийские племена... уже умеют добывать золото. В их земле есть песчаная пустыня, и в песках ее водятся муравьи величиной почти с собаку, но меньше лисицы. Несколько таких муравьев, пойманных на охоте, есть у персидского царя. Муравьи эти роют себе норы под землей и выбрасывают оттуда наружу песок... Вырытый же ими песок — золотonosный...» Правда, уже в те времена возможность использования подобных способов, несмотря на «достоверную» ссылку Геродота на персидского царя, ставилась под сомнение¹. Так, Плиний с оттенком иронии пишет, что золото, если оставить в стороне выкапывание его муравьями в Индии, добывается тремя способами. Страбон отмечает, что некоторые пишут о «журавлях, вырывающих золото». По его мнению, это «болтовня». Следует, однако, заметить, что в истории открытия методов добычи полезных ископаемых животные, выкапывающие норы, сыграли определенную роль.

Организация работ на античных рудниках

Изучение организации труда на античных рудниках — один из наиболее сложных вопросов. Дело в том, что даже такие принципиальные, основополагающие элементы, как правовой статус рудников, формы собственности на землю и ее недра учеными до конца не выявлены. Поэтому о данных проблемах можно говорить лишь в той мере, в какой позволяют имеющиеся источники.

Во все периоды античной эпохи деятельность рудников регламентировалась специальным законодательством или особыми циркулярами, указами и постановлениями центральной власти. Некоторые положения по горному делу содержались еще в законодательстве крупного политического деятеля Афин Солона (между 640 и 635 — около 559 гг. до н. э.). Сохранились довольно многочисленные от-

¹ Геродот передает здесь древнейшую трактовку легенды, сохранившейся в тибетской, монгольской и китайской версиях. Легенда широко использовалась местными золотоискателями, чтобы отпугнуть конкурентов.

рывки законодательства, относящиеся к деятельности рудников в Древнем Риме. Наиболее значительная надпись на камне времен римского императора Адриана (II в. н. э.) была обнаружена в городе Альюстреме (Испания), в которой, в частности, говорится, что серебряные кони должны разрабатываться по правилам, предусмотренным в этом законе. Далее приводится целый свод правил по разработке рудников. Известны статусы для золотых, медных и железных рудников. Дошедшие до нас отрывки горного законодательства свидетельствуют о том, что оно охватывало все стороны деятельности рудников — правила аренды и разработки, технику безопасности, взаимоотношения арендаторов с руководством рудников и рабочими, правила внутренней жизни рудника и т. д.

Прежде всего попытаемся ответить на вопрос, кому в античную эпоху принадлежали недра земли? Как уже говорилось, большинство источников свидетельствует о том, что рудники принадлежали государству. Однако некоторые источники дают основание для следующих трех точек зрения: согласно первой, рудники принадлежали исключительно государству, второй — частью государству, частью отдельным лицам, по третьей — поверхность земли принадлежала частным лицам, а недра — государству. В Римской империи рудники были собственностью государства. Однако некоторыми рудниками владели частные лица. Государство оставляло за собой лишь наиболее доходные рудники — испанские, галльские, македонские.

Основной способ эксплуатации рудников — сдача отдельных его участков в аренду. Так было в классический и в римский периоды. Разница заключалась лишь в том, что в римский период руководил рудником прокуратор — лицо, назначаемое императором. Правда, на первых порах администрация императорских рудников состояла из небольшой группы императорских рабов, во главе которых находился вольноотпущенник или раб. Управление рудниками в начальный период Римской империи осуществлялось провинциальной администрацией. Однако в дальнейшем римские императоры постепенно превратили большие рудники в экономическом и административном отношении в самостоятельные единицы, подчиняющиеся им непосредственно. В отдельных случаях на рудниках даже чеканили свою монету. Прокуратор на таком руднике обладал по существу неограниченной властью. Без его ведома не могла осуществиться ни одна сделка. В законодательстве записано: «Тот, кто пожелает продать свой участок или купить, должен сделать заявление прокуратору, который будет заведывать рудником; покупать или продавать иначе не разрешается».

Для проверки рудникового хозяйства государство или императоры направляли специальных уполномоченных.

Порядок сдачи рудников в аренду во все периоды античной эпо-

хи был примерно одинаковый. По афинским законам, участки, на которые были разделены рудники, передавались государством для разработки частным лицам за определенную плату. Данное лицо было обязано разрабатывать рудник и выплачивать государству ежегодно плату натурой, равную 1/24 добытого металла. Невыполнение этого обязательства могло повлечь за собой отмену права разработки. Государство сдавало рудники в аренду на разные сроки, которые зависели от того, какой рудник сдавался, действующий или разведываемый.

Что касается римского периода, то здесь мы сошлемся на свидетельство Полибия, писавшего, что многие работы в Италии, перечислить которые было бы нелегко, такие как управление и сооружение общественных зданий, а также многие реки, гавани, сады, прииски, земли, короче все, что находится во власти римлян, отдается цензорами в концессию.

В качестве концессионеров выступали как мелкие, так и крупные арендаторы. Рудники, добывающие железо, медь и другие недорогоценные металлы, как правило, арендовали крупные концессионеры. Это, вероятно, объяснялось тем, что процесс получения железа и меди сложнее, чем золота и серебра, и требует большего числа рабочих и специалистов.

О непосредственной организации работ на рудниках в античную эпоху сохранилось очень мало сведений. Например, нам известно, что на Лаврийском месторождении в пределах каждого участка могло одновременно проходить несколько шахт и штолен. Работы велись по сменам. В рудниках Греции в основном применялся труд рабов, а в египетских и испанских — и труд вольнонаемных. В IV в. до н. э. Ксенофонт предложил проект новой системы эксплуатации рудников, основанный на отдаче государственных рабов в наем арендаторам. Известно также, что в римский период, как исключение, было разрешено создавать корпорации (объединения) по разработке золотых и серебряных рудников и солончаков.

Следует также подчеркнуть, что разработка соляных месторождений, добыча камня, извести, глины, а также воды нередко производилась местным населением.

Технический уровень горных работ в античную эпоху был чрезвычайно низок. Рабочая сила почти ничего не стоила (как в Древней Греции) или стоила очень дешево. Экономический эффект достигался применением большого числа рабочих рук. Аристотель очень четко формулирует взгляд античных греков на рабов, как орудие производства, говоря, что «за отсутствием инструментов, которые бы работали сами по себе, их заменяли рабы».

Почти все операции по добыче полезных ископаемых выполнялись вручную. Иногда, главным образом в римский период, использо-

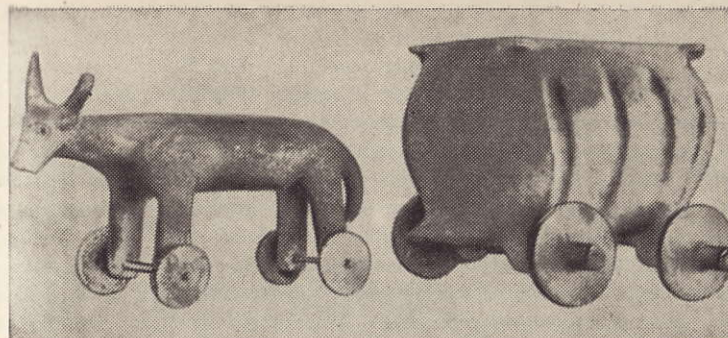


Рис. 10. Глиняная тележка. Терракотовая статуэтка (II в. до н. э.) Ленинград. Государственный Эрмитаж

вали простейшие водоотливные приспособления, подъемные устройства типа колодезного журавля или ворота, катков (при транспортировке больших глыб камня) и др. От рудников к местам переработки руда транспортировалась, по-видимому, в колесных тележках (рис. 10).

Человек под землей

Условия работы в древних рудниках были поистине ужасными. На рудниках античной Греции нещадно эксплуатировался труд рабов. У рабов в Аттических рудниках, по свидетельству Ксенофонта, было не больше пяти свободных дней в году, работали они скованными. Узкие галереи, низкие штольни, значительно ниже человеческого роста, заставляли забойщиков работать полусогнутыми. Отсутствовал необходимый приток свежего воздуха. Воздух отравляли непрерывно горящие лампы. От проходки вентиляционных штолен владельцы рудников часто отказывались, поскольку для этого требовались дополнительные затраты. Тяжесть труда усугублялась высокой влажностью. О невыносимых условиях труда в рудниках писали Ксенофонт и др. Сократ говорил о том, что места эти «нездоровые». Тем не менее условия труда, например, в Лаврийских рудниках были лучше, чем на Испанских серебряных рудниках и рудниках Египта.

Диодор Сицилийский, описывая Испанские рудники, специально останавливается на положении рабов, занятых добычей серебра. Он рассказывает, что те люди, которые работают в рудниках и приносят своим господам невероятные по размерам доходы, изнывают в подземных шахтах дено и ночью, и многие из них умирают от непо-

сильного труда. Нет у них ни освобождения от работы, ни перерыва в ней. Надсмотрщики бьют их и заставляют переносить весь ужас их бедственного положения, доводя их до смерти. Впрочем, наиболее крепкие физически и выносливые в течение долгого времени выдерживают тяжелый труд, хотя смерть и является для них предпочтением, нежели жизнь при таких ужасных условиях. В другом месте он пишет, что «... на границе Аравии и Эфиопии находится страна, изобилующая золотыми рудниками, откуда с большими издержками и тяжелым трудом добывается этот металл [золото]...» Руководство работами осуществляли надсмотрщики. Работали на рудниках преимущественно «осужденные преступники, военнопленные и люди, которые, часто ошибочно преследуемые, в припадке гнева были брошены в темницу...» Чрезвычайная тяжесть работы на рудниках отмечается учеными и писателями.

Плиний, например, пишет, что бывают случаи, когда гора рушится и заваливает рабочих; поэтому менее отважно «искать жемчуг и пурпурных улиток на дне морском, чем из гор вырывать золото».

Нелегкой была работа и вольнонаемных рабочих в каменоломнях Египта. Папирусы сохранили нам интереснейшие сведения об этом. В одном из них содержится жалоба рабочих каменоломней Фаюма, по-видимому, руководителю работ Клеону. Рабочие недовольны надсмотрщиком, который всегда посылает их выламывать самые твердые породы. Они жалуются на отсутствие подсобных рабочих, которые выносили бы щебень, на то, что администрация не доставляет инструмент, на то, что инструменты сделаны из плохого железа, на отсутствие продовольствия, денег и т. д. Далее они с угрозой пишут, что Клеон должен знать, что происходит среди рудокопов, когда они перестают работать.

Особенно губительной для здоровья была работа в шахтах, где добывался естественный сандал (красный мышьяк). Работали здесь исключительно рабы и осужденные преступники. Смертность среди них была такая высокая, что добычу часто прекращали из-за нехватки рабочих рук. Об осуждении преступников на работу в рудниках имеется прямое свидетельство Плиния Младшего в одном из его писем. Подобная мера наказания широко практиковалась в Римской империи в I в. н. э.

Несмотря на тяжелые условия, на горных работах, особенно в римский период, были заняты не только рабы и преступники, но и вольноотпущенники и даже свободные граждане. Что же заставляло последних заниматься таким тяжелым делом? По-видимому, высокие заработки. Интересен отрывок из надписи времен Адриана: «Кто будет уличен в том, что он повредил копь, расхатал ее, обвалил или злонамеренно сделал что-нибудь такое, то ослабило бы крепость данной копи, то, если это будет раб, он, высеченный плетьюми

по усмотрению прокуратора, должен быть продан господином (с тем условием), чтобы он не находился ни на каких рудниках; имущество свободного прокуратор должен отобрать в фиск [очевидно в пользу государства] и навсегда воспретить ему доступ в пределы рудников». Следовательно, запрещение работать в рудниках являлось мерой наказания.

Как уже говорилось добыча полезных ископаемых требовала коллективного труда большого числа людей. На подземных работах широко использовался детский труд; на поверхности кроме мужчин и юношей работали дети, женщины и старики.

Рабы, которые были собственностью одних рабовладельцев, часто отдавались в наем арендаторам, занятым разработкой рудников. Так, Ксенофонт пишет, что афинский богач Никий владел в рудниках тысячу рабов, их он отдавал в наем фракийцу Сосию с условием, чтобы тот платил за каждого ежедневно 1 обол¹ чистого дохода и сдал обратно то же число рабов. У другого владельца, Гиппоника, было 600 рабов, которых он отдал в наем тем же самым способом. Они приносили ему ежедневно мину чистого дохода. У некоего Филемонида было 300 рабов, приносивших полмины дохода.

Если на рудниках Египта работали рабы, осужденные и военнопленные, то в каменоломнях рабский труд практически не применялся. Большинство рабочих в каменоломнях были свободными. Они работали за определенную плату (около $2\frac{1}{3}$ оболы в день — примерно 5 коп. серебром), которая выплачивалась им, по-видимому различными продуктами питания, одеждой и т. д. В Египте существовала также повинность (литургия), несколько напоминающая барщину.

Наиболее дешевым был труд осужденных преступников. Их заставляли выполнять самую тяжелую работу. Труд раба тоже был сравнительно недорогим. Сам раб на рудниках стоил три динария; столько же примерно стоили мул, осел, лошадь. Больше всего ценились вольнонаемные горнорабочие из местного населения, такие, например, работали в Македонии. Они обычно обладали необходимым опытом, и их работа была более производительной и квалифицированной, чем рабов.

На горных работах в античную эпоху была занята огромная армия работников. Здесь почти всегда требовалась рабочая сила. Существуют предположения, что число рабов, эксплуатируемых лишь

¹ Денежная единица Древней Греции (1 мина ≈ 33 драхмы ≈ 200 обол). Средний дневной заработок или доход афинянина в V—VI вв. до н. э. составлял несколько обол; баран стоил примерно 10 драхм.

в Лаврийских рудниках, в среднем достигало 20 тысяч, а в IV в. до н. э. здесь трудились 35 тысяч рабов. Причем работали они на нескольких арендаторов. При этом Ксенофонт пишет, что когда на рудниках было больше всего народу, то ни у кого никогда не было недостатка в работе. Работы всегда было больше, чем работающих. Никто из арендаторов не сокращает число рабов, а стремится увеличить его. Все владельцы земельных участков могли сказать, сколько упряжек скота и сколько рабочих достаточно для участка, а если бы кто послал больше, чем нужно, это принесло бы только убыток. И только на серебряных рудниках все утверждали, что не хватает рабочих рук.

Во времена Полибия в серебряных рудниках возле Нового Карфагена в Испании работало 40 тысяч рабов, которые приносили Риму ежедневно 25 тысяч драхм.

Руководили горными работами во все периоды античной эпохи опытные специалисты, которые, как отмечалось ранее, ценились очень высоко. Среди специалистов были как свободные, так и рабы. Мы знакомы только с иерархией, существовавшей на рудниках Древнего Египта. Горными работами в определенном округе руководил начальник. Его заместители, которые были специалистами по горному делу, осуществляли руководство отдельными рудниками. Далее шли надсмотрщики, стражи и, наконец, рудокопы. Возможно были и старшие над рудокопами, которые выбирались или назначались из среды работающих.

Предшественники Спартака

Ужасающие условия работы и безудержная эксплуатация нередко приводили к отказу от работы и даже восстаниям. Рудники античную эпоху (наряду с гладиаторскими школами в Риме) были местом скопления большого числа рабов. Характер работ в рудниках требовал некоторой организации труда, способствовавшей возникновению у работающих определенного уровня классового сознания.

Имеются многочисленные прямые и косвенные свидетельства первых, еще только зарождавшихся битвах угнетенных с угнетателями. Фукидид, например, сообщает, что когда спартанцы в Пелопоннесскую войну заняли город Деклею, то более 20 тысяч рабов перебежали от афинян к неприятелю, в том числе большая часть ремесленников. Существует предположение, что это были в основном рабы, работавшие на рудниках. О другом, гораздо более крупном восстании рабов в конце II в. до н. э. писал древнегреческий философ Посидоний. Он сообщает, что на рудниках восстали рабы, убив охрану, захватили акрополь в Сунии и надолго разорили Аттiku.



Рис. 11. Горнорабочие в шахте. Изображение на коринфской пинаке (VI в. до н. э.). Берлин. Музей

Это было в то время (102—101 гг. до н. э.), когда в Сицилии произошло второе восстание рабов. Сохранились сведения о восстаниях древних горняков в Македонии во II в. до н. э., в Лаврии в 134—133 гг. до н. э. и др. В римский период сенатом был издан специальный закон, ограничивающий число работающих на одном руднике.

Кроме вооруженной борьбы протест рабов против варварских методов эксплуатации выражался путем отказа от работы, закапывания (закладки) инструментов, порчи рудничного оборудования (инструменты, крепления, водоотливные устройства), жалоб административным лицам.

Интересна и роль армии. В Древнем Риме армия на рудниках выполняла главным образом охранные функции. Она предотвращала возможные восстания рабов, защищала рудники от нападения воинственных соседей. Вместе с тем не исключено, что хорошая организованность и техническая оснащенность армии, наличие опытных специалистов по фортификационным и земляным работам позволяли использовать армию и для непосредственной работы в рудниках. Правда, солдаты в этом случае, видимо, выполняли роль технических руководителей или советников. Об этом свидетельствует и Тацит.

Представить характер работы в античных рудниках можно по сохранившимся до наших дней изображениям (рис. 11). Это рисунок на коринфской пинаке (табличке), хранящейся в музее Берлина. По содержанию рисунок уникален. Мы видим четырех человек, работающих в горной выработке. Самый старший киркой отбивает породу. Поза его очень естественна. Это говорит о хорошем знании художником предмета. Мужчина помоложе помогает мальчику опустить вниз большую глыбу, а юноша собирает обломки руды в корзину. Все четверо обнажены; очевидно, это рабы. Видно, что выработка очень тесная. Так, из глубины веков до нас дошла яркая реалистическая картина. И мы должны благодарить случай, сохранивший для нас с вами это изображение.



Глава V

ЭКСКУРСИЯ НА АНТИЧНЫЙ РУДНИК

Назначение горных выработок

Посмотрим, какие виды горных выработок были в античную эпоху. Горные выработки проходились с целью поисков, разведки и добычи полезных ископаемых, сооружения вентиляционных ходов, колопов и защитных рвов, колодцев, водоотводных каналов и т. п.

Проходили различные горные выработки, среди которых, так же как и в настоящее время, можно выделить разведочные, эксплуатационные и вспомогательные. С помощью разведочных выработок в основном выясняли характер залегания (пластов и жил) полезного ископаемого. Как правило, они имели меньшую площадь сечения, а эксплуатационные выработки, и после разведки их больше не использовали.

Эксплуатационные выработки предназначались для извлечения из недр земли полезного ископаемого. Вспомогательные выработки (вентиляционные выработки, водоотводные каналы, выработки, создающие путь при транспортировке породы и т. п.) применялись в целях обеспечения нормальной добычи.

Используя современную терминологию, можно выделить следующие виды горных выработок тех времен: закопушки (ямы), канавы, траншеи, рвы, карьеры, шурфы, штольни, туннели, шахты, штреки, рашлаги, рассечки, камеры.

Четко разграничить перечисленные типы выработок между собой по признакам, которые используются в настоящее время, трудно. В античную эпоху характер горных работ при добыче полезных ископаемых определялся только желанием поскорее получить прибыль. Поэтому выработки имели самые различные очертания. Так, при встрече богатых залежей руды выработка резко расширялась и обычно вели уступами. Это позволяло использовать большее число рабочих и увеличивать объем добычи руды. Объем некоторых работ достигал 100 000 м³.

Древние выработки использовали в течение многих десятилетий и даже столетий. Плиний Старший пишет, что «нет другой страны, кроме Испании, где месторождения золота разрабатывались бы столько веков». Ему кажется удивительным, что шахты, впервые заведенные здесь карфагенским полководцем Ганнибалом (247 или

246—183 гг. до н. э.), разрабатываются до его (Плиния) времени. Аналогичные свидетельства встречаются и у других авторов.

Долгий путь по шахте

Несмотря на примитивную технику добычи полезных ископаемых, многие горные разработки античного мира и сегодня поражают нас своей грандиозностью. Уже упоминалось об огромных Сикузских каменоломнях на острове Сицилия, каменоломнях Пелликона в Аттике и др.

Значительные размеры имели и подземные горные выработки. Наиболее древние из них археологи открыли на Синайском полуострове. В 2780—2720 гг. до н. э. под землей высекали камеры правильной формы и длинные галереи. Длина галерей достигала 2,5 м, ширина 1,75 м. Галереи находились на глубине 3 м. Галереи служили столбы из невыбранной породы. Достаточно глубокие галереи были обнаружены на золотых рудниках Нубии и востоке Африки. Галереи (вероятнее всего, разведочные) достигли ширины 6 м и глубины 36 м. Древнейшие подземные выработки обнаружены в Армении. Их длина достигала 150 м. Начало разработки ученые относят к III тысячелетию до н. э.

На Лаврийских рудниках в Греции чаще всего проходили штольни и шахты. Штольни часто были наклонными (до 30°); они никогда не были прямолинейными и в поперечном сечении имели форму квадрата, полукруга или трапеции. Высота штолен колебалась от 0,6 до 1 м. Такая высота выработок была характерной для рудников, где велась добыча металлических руд и особенно золота и серебра. По словам Теофраста, на острове Скирос рудокопы работали даже лежа на спине или животе.

Шахты Лаврия (рис. 12) имеют площадь сечения $2 \times 1,9$ м. Их глубина колеблется от 35 до 119 м, а общая длина всех галерей, штолен и штреков, проведенных в Лаврийских рудниках, достигает 150 км.

О протяженности и сечении древних штолен дает представление и туннель, обнаруженный на острове Самос в Эгейском море, длина которого 1250 м, а сечение $2,5 \times 2,5$ м.

На острове Парос длина штолен, пройденных для добычи мрамора, достигает 100 м. Высота их колеблется от 2 до 4 м, в отдельных местах штольни наблюдаются довольно широкие камеры. Значительные размеры штолен при добыче мрамора были вызваны необходимостью вырубки цельковых больших размеров. Например, алтарь, посвященный жителями острова Хиос Аполлону (V в. до н. э.), был выполнен из беломраморных цельковых плит длиной 8,5 м и шириной 2,2 м.

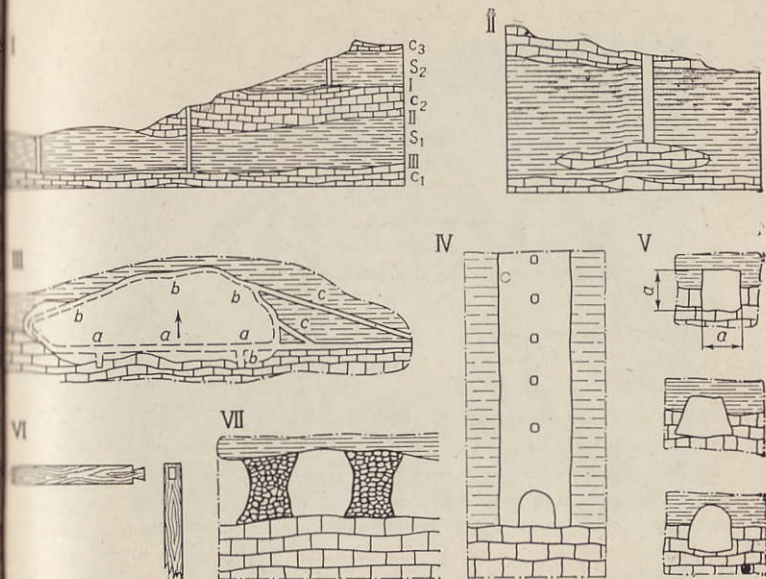


Рис. 12. Реконструкция горных выработок в Лаврийских рудниках античной Греции (по Р. В. Шмидт)

I — геологический разрез; II — шахта, заложенная неудачно; III — камера (а — начало выработки, в — продолжение выработки, с — вспомогательные ходы, стрелкой показано направление выработки); IV — разрез по шахте; V — сечение горизонтальных выработок ($a=0,6-1,2$ м); VI — элементы деревянной крепи; VII — подпорные столбы из пустой породы

Штольни Испанских рудников мало чем отличались от Аттических. Они также были непрямолинейны, имели переменное сечение и в некоторых местах превращались в широкие и высокие камеры. Вот в этих местах шахтеры могли передвигаться группами и в полный рост. На рис. 13 показан иберо-римский рельеф, обнаруженный около поселения Линарес в Андалузии. На нем изображены восемь шахтеров,двигающихся по галерее в два ряда, со своим снаряжением. Четвертый держит кайло. Позади всех, видимо, идет начальник с клещами и светильником. На тех участках, где жилы были бедные, штольня приобретала форму узкого лаза. На кривизну древних горных выработок при добыче золота указывает Диодор. Он пишет, что «галереи, которые они проделывают, идут не по прямой линии, а по тому направлению, по которому идут жилы этого сверкающего камня...» Максимальная длина выработок на Испанских рудниках, по словам Плиния Старшего, достигала 1500 шагов (1,2 км).



Рис. 13. Шахтеры в горной выработке

В Испании кроме штолен проходили много шахт, часто довольно глубоких (до 200 м).

С помощью шурфов в античном мире велась главным образом добыча воды. Сечения шурфов были круглые и прямоугольные. Глубина шурфов редко превышала 20 м.

Необходимо сказать несколько слов о зоне влияния подземных горных выработок на окружающий массив. Оказывается этот вопрос существовал и в глубокой древности. По свидетельству Плутарха еще Солон в своем законодательстве предусмотрел, чтобы все те, кто хотели копать ямы и каналы, отступали от соседнего владения на расстояние, равное глубине выработки [24]. Таким образом, предполагалось, что ширина влияния выработки была равна ее глубине.

Чем вели отбойку породы

В настоящее время проходка горной выработки (разведочной или эксплуатационной) представляет собой довольно сложную технологическую операцию, которая включает ряд последовательных различных по характеру работ. В античное время проходка была естественно, гораздо проще, чем теперь. Тем не менее стоит описать этот процесс. Будем придерживаться схемы, применяемой в настоящее



Рис. 14. Забойщик в горной выработке (IV—V вв. до н. э.)

время. Это позволит читателям самим провести нужные сопоставления.

Проходка горных выработок включает следующие виды работ: отбойку породы, транспортировку ее на поверхность, крепление выработок, их освещение, установку вентиляционного оборудования, водоотлив и др.

В античную эпоху отбойка породы, как, впрочем, и все другие операции, выполнялась исключительно вручную (рис. 14). Писатели тех времен, говоря об углублении выработок, чаще всего употребляли термины «откалывание», «вырубание» или «выкапывание». Однако даже при ручном способе проходки можно выделить ряд разно-

видностей, а именно: 1) углубление с помощью лопаты и кайла относительно мягких породах; 2) углубление с помощью кайла, лома, зубила, клиньев и кувалды в мягких породах с включениями прочных пород в виде валунов; 3) углубление с помощью перечисленных инструментов, но с предварительным уменьшением прочности породы за счет ее нагревания «большими кострами» для того, чтобы сделать породу более «рыхлой», — подобный способ применялся в полускальных породах типа известняков и мергелей; 4) углубление с предварительным нагреванием породы и последующим ее резким охлаждением струей воды — такой способ использовался при проходе прочных скальных пород; 5) разрушение прочных пород помощью укуса и различных кислот; 6) проходка выработок для выемки больших целиков.

Таким образом, в зависимости от прочности проходных пород применялись различные способы проходки. Каких-либо классификаций пород по прочности или твердости в античную эпоху не существовало, однако породы все-таки различались следующим образом: а) мягкие, б) средней прочности, в) твердые («скала» или, по словам Диодора, «твердая, как мрамор, скала»), г) валунно-галечниковые (так называемая «гангадия»).

Для проходки мягких пород чаще всего использовали первый способ, причем в данном случае могли применяться только деревянные инструменты. Породы средней прочности проходили вторым третьим способами; твердые породы, если от их проходки не отказывались сразу, преодолевали четвертым способом. Что же касалось «гангадии», то здесь работы вели тем способом, который давал какой-нибудь эффект, т. е. поочередно пробовали все способы проходки. Уже в то время заметили, что проходка валунно-галечниковых отложений необычайно сложна.

Набор орудий, которыми пользовались, например, в Лаврийских рудниках, был весьма невелик: лопата, кайло-топор (?), заступ, клин и молот. Именно эти орудия нашли ученые на месте разработки (рис. 15). Молот имел два конца. Один конец был плоский (боек), другой — острый. Боек служил для удара по клину, который представлялся к породе, острым концом можно было непосредственно разбивать породу. Таким образом, функция молота была двойная. В середине молота имелось круглое отверстие для ручки длиной 20–30 см. Масса молота около 2,5 кг. Его применяли и в каменоломнях где добывали мрамор.

Клин представлял собой железный стержень длиной 25–30 см и диаметром 2–3 см. С одной стороны он был заостренным, а с другой — закругленным. По закругленной части били молотом.

Кайлом называли плоский широкий стержень длиной 40 см и толщиной 15–20 см. Один конец его был заострен, другой — согнут

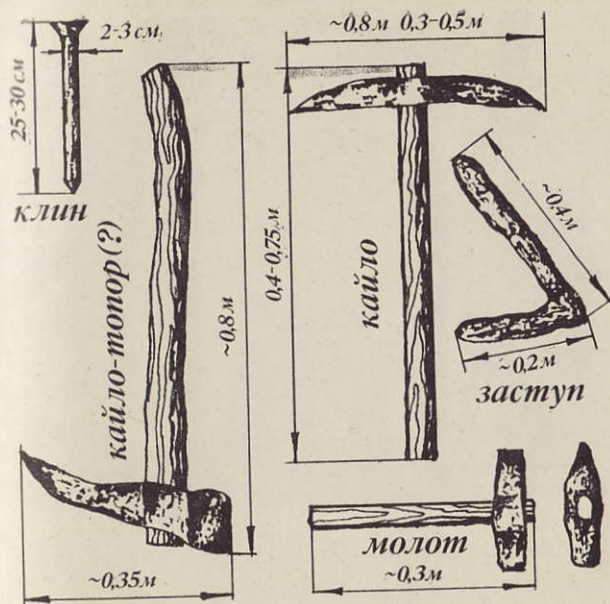


Рис. 15. Античный инструмент для горных работ

утолщен. Кроме того, в Лаврийских рудниках было найдено орудие типа заступа, или лопаты. Им подбирали с земли отбитую руду. Эти орудия изготовлены из кованой стали хорошего качества и, кроме заступа, закалены. Аналогичные орудия найдены и на рудниках Испании, Сардинии и Галлии римского времени. Однако, по мнению некоторых ученых, там встречается больше вариантов рабочих орудий.

Вероятно, что помимо описанного нами незначительного набора стальных орудий широко применялись деревянные орудия. Так, в затопленных медных рудниках Швейцарии археологи нашли деревянные молоты и клинья (дерево в воде сохраняется лучше, чем в земле). О применении на горных работах деревянных инструментов косвенно свидетельствует Фукидид, который говорит о том, что африканские воины, принявшись за возведение укреплений, работали без железных инструментов, в связи с чем стратегами было принято решение срочно доставить из Афин железные орудия. В Испанских рудниках помимо перечисленного инструмента, по-видимому, применяли и клещи.



Рис. 16. Кузница. Аттическая чернофигурная амфора (конец VI до н. э.)

При работе в каменоломнях использовали кайло с острием, збило, лом, клинья, кувалду и пилу (с зубьями и без зубьев). В стенках античных шахт во многих местах еще и сейчас видны следы, оставленные при работе зубилом. Эти инструменты также сделаны из стали. Сохранившиеся документы эллинистического времени свидетельствуют о том, что при сдаче в подряд работ в каменоломнях Фаюмского округа государство обязалось снабжать подрядчиков всеми необходимыми для работ железными инструментами.

Пилы применяли для выпиливания камня определенной формы и размеров. Пилы с зубьями употребляли только при добыче мягких пород. Более твердые породы обрабатывали пилами без зубьев вручную с помощью песка, который непрерывно сыпали в прорез. Лучшим для этой цели считался песок из Эфиопии. Хороший сорт песка был найден и на острове Наксосе. При работе в каменоломнях использовали также лопаты с коленчатой ручкой для сбора мелких отходов.

Древние кузнецы, которые изготавливали орудия для горных работ, видимо, знали рациональные соотношения размеров для инструментов ударного действия и учитывали, что так называемый «центр удара» должен располагаться на рукоятке орудия (рис. 16). Если указанное условие выполняется, то рука рабочего в момент

удара инструментом не испытывает отдачи и работающий меньше устает. Тем не менее несовершенство применяемых инструментов очевидно. Хорошие результаты получали только при проходке мягких пород. При встрече более твердых пород инструмент быстро затуплялся и часто вообще выходил из строя. В таких случаях необходимо было своевременно обеспечивать работающих новым инструментом. Когда в руднике работали рабы, в этом прежде всего был заинтересован арендатор, так как раб-забойщик не особенно огорчался при остановке работы, тем более если она происходила не по его вине. Другое дело вольнонаемный, заработок которого зависел от выработки. Известно, что рабочие Фаюмских каменоломен были весьма недовольны, если администрация своевременно не обеспечивала их инструментами или если инструменты были сделаны из железа плохого качества.

Как уже отмечалось, античные подземные горные выработки были низкими, узкими и извилистыми. Это создавало крайнее неудобство в работе. Забойщики трудились, сидя на корточках, стоя на коленях, лежа, часто меняли положение тела. Выпрямиться было нельзя. Работали в основном обнаженными или только в набдеренных повязках. Откалываемые куски руды оттаскивали специальные носильщики.

Проходка горных выработок в мягких породах производилась с помощью лопаты, кайла и лома. Как видно из дошедших до нас античных рисунков, операции по отбойке породы с помощью этих инструментов в те времена и сейчас очень похожи.

О разрыхлении пород способом нагревания сохранилось свидетельство Диодора. «Вот каковы были способы, — пишет он, — употреблявшиеся, чтобы использовать рудник. Подвергали сильному огню наиболее твердую часть земли, содержащую золото; при этом она растрескивалась, и затем ее обрабатывали руками. Скала размягчалась таким же способом, и, когда она была приведена в состояние, уступавшее умеренному усилию, тысячи тех несчастных, о которых мы говорили, ломали ее с помощью тех же железных инструментов, которые обычно употреблялись при резке камня». Возможно, здесь Диодор имел в виду упоминаемый другими авторами способ нагревания породы с последующим ее резким охлаждением. Огневой способ проходки горных выработок применяли еще древние египтяне. Об этом свидетельствуют обожженные стенки и забои горных выработок. Некоторые данные указывают на то, что этот способ проходки был известен еще в неолите.

Уже говорилось о том, что в затопленных древних рудниках были обнаружены хорошо сохранившиеся деревянные молоты и клинья. Поскольку вмещающие породы имели большую прочность, вначале было не совсем ясно назначение этих инструментов. Однако

затем удалось установить, как их применяли. В забое выработки разжигали костер и нагревали породы. После этого на раскаленную породу лили холодную воду, а затем в образовавшиеся трещины вбивали деревянные клинья, которые периодически обливали водой. После их разбухания порода или руда откалывалась по трещинам. В Лаврийских рудниках в стенах были обнаружены каналы или желобки глубиной около 25 см, которые могли служить для пуска струи воды на нагретую породу.

Подобный способ проходки подземных горных выработок, вероятно, применялся не часто. Плиний Старший по этому поводу замечает, что даже крепкую породу чаще прорубают, так как от жары и дыма рабочие задыхаются.

Очень интересны свидетельства Ливия, Аппиана, Плиния, Ювенала и других древних писателей о применении укуса и кислоты для разрушения очень твердой скальной породы. Ювенал пишет

«Взвесь Ганнибала...

Взята Испания им, хребет Пиренеев им пройден;

Против него выдвигает природа покрытые снегом

Альпы — он скалы дробит и укусом горы взрывает...»

Другие рассказывают об использовании в горных работах кислот. Плиний Старший замечает, что в Испанских рудниках твердые скалы преодолевают огнем и кислотами. К сожалению, никаких подробностей этой операции ни один из античных авторов не приводит.

Несколько слов о проходке валунно-галечниковых пород. Плиний Старший пишет, что, как ни трудна работа по преодолению скалы, все же она считается легкой по сравнению с работой на особой породой глинистой земли, смешанной с мелким камнем, так называемой «гангадией», которую почти невозможно преодолеть. Далее он замечает, что «гангадию» вырубают железными клиньями и молотками; специалисты утверждают, что нет ничего более твердого, чем эта порода, «перед которой не всегда может устоять даже жажда золота».

При отбойке породы размер отбиваемых кусков был самым различным. Максимальная масса их достигала 60 кг.

Работа по выемке целиков в каменоломнях отличалась от добычи руды. Для этой цели использовались железные клинья. Глыбы, подлежащую выемке, отделяли от массива бороздкой, ширина и глубина которой составляли 6—9 см. Затем в бороздках на равных расстояниях друг от друга пробивали отверстия для клиньев. Если работа велась с помощью железных клиньев, то глыбу выламывали при одновременном вбивании клиньев в отверстия. При использовании деревянных клиньев, которые делались из хорошо высушенной

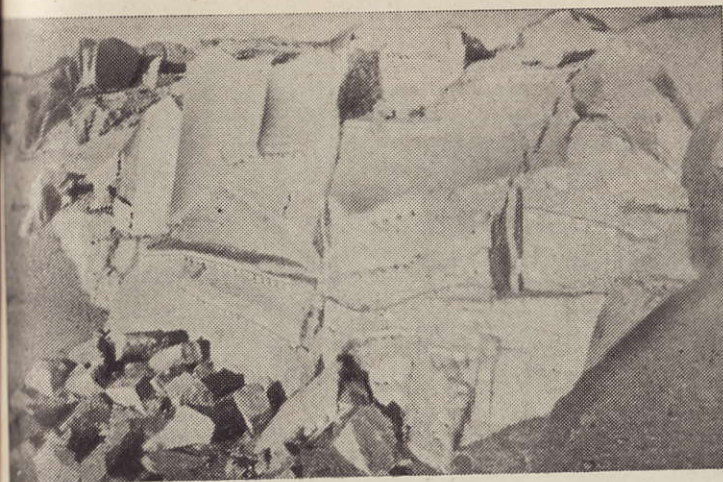


Рис. 17. Каменоломни Древнего Египта (фото Г. Н. Бухарова)

древесины, их плотно забивали в отверстия, а затем поливали водой. Клинья разбухали, глыба откалывалась от пласта. Таким способом выламывали иногда огромные глыбы камня (рис. 17, 18).

Добыча целиков мрамора облегчалась естественной сплосненностью этой породы. Кроме того, в нем часто встречаются трещины, перпендикулярные к направлению слоев. При добыче пород вулканического происхождения древние греки, как это можно заметить в каменоломнях острова Скироса, облегчали себе работы тем, что выламывали менее твердую породу, в которой залежали добываемые породы.

Во многих каменоломнях еще и теперь можно видеть подготовленные к выемке глыбы. В грубой форме они уже имеют требуемые очертания. Монолитные колонны выламывали следующим образом. Вначале делали глубокие вырезы на обоих концах будущей колонны, а затем вытесывали колонну до половины ее окружности. После этого по обоим продольным линиям, ограничивающим готовую полуколонну, вырубали желобки и делали отверстия для забивки клиньев. Глыба откалывалась от массива по кривой линии, которая соответствовала линии округлой поверхности готовой части колонны. Таким образом, шероховатую поверхность оставалось только сгладить.

Если при проходке горных выработок встречались очень твердые породы, пытались пройти обходную выработку. В том случае,



Рис. 18. Глыба, отколотая в каменоломнях Древнего Египта. Светлые участки — границы откола (фото Г. Н. Бухарова)

когда и это не удавалось, проходку прекращали и выработку забрасывали.

Интересно узнать скорость проходки выработок в античную эпоху. По этому поводу имеются прямые свидетельства античных авторов и расчеты современных специалистов по античной технике. Диодор отмечал, что при сооружении подкопа (по-видимому, в мягких породах) под стеной при круглосуточной работе в течение трех суток было пройдено с попутным креплением подземного хода 65 м. Согласно вычислениям археологов, в условиях Лаврийских рудников при проходке штольни диаметром 60 см за 9—10 ч работы продвигались на 10—17 см, т. е. в месяц при круглосуточной работе проходило не более 10 м.

В случае необходимости сбойки подземных горизонтальных выработок осуществлялись геометрические расчеты и построения. На заключительных этапах работ могли использоваться звуковые резонаторы, аналогичные тем, которые применялись при противоосадочных работах.

Руду наверх!

В античное время доставка породы на поверхность представляла собой одну из наиболее трудоемких операций при горных работах. Преобладал ручной труд. Никто из античных авторов не упоми-

нет о какой-либо подъемной машине, применявшейся на рудниках.

Узкие и извилистые горизонтальные выработки не позволяли осуществить рациональную систему транспортировки руды на поверхность. Руду выносили на поверхность на руках и спине (в корзинах или кожаных мешках). Руду приходилось вытаскивать в полупригнутом состоянии, на четвереньках, а кое-где даже ползком. Необходимо отметить, что все это происходило почти в полной темноте. Там, где позволяли условия, камни передавались «по цепочке». Для переноски руды на рудниках Испании часто использовались специальные рабы-носильщики. Им иногда приходилось вытаскивать руду с очень большой глубины (до 100 м). Пройдя большой путь по извилистым выработкам, они поднимались наверх по равномерно чередовавшимся каменным уступам, заменявшим ступеньки. Как поднимались по ним люди с тяжелой ношей, сейчас трудно себе даже представить. Для вытаскивания руды и сбора мелких камней в мешки и корзины широко использовался детский труд. Простейшее устройство — салазки применяли только в подземных каменоломнях, так как иначе извлечь из горной выработки большие целики было невозможно. На острове Парос в древних горных выработках во многих местах видны оставленные такими салазками следы.

Тем не менее говорить о полном отсутствии подъемных приспособлений в рудниках вообще-то не следует. Косвенным доказательством этого является широкое их применение при строительстве, водоснабжении, в военном деле. Ворота и колодезные журавли, по крайней мере, были хорошо известны. Достаточно вспомнить свидетельства Геродота, Плутарха, Витрувия. Плутарх, например, пишет, что некий подражатель Феодор удачно воспроизводил звуки ворот. Чтобы такое воспроизведение имело успех, необходимо было твердо уверенным, что слушатели знакомы с этим устройством. Поэтому вполне можно допустить, что простейшие подъемные приспособления типа ворот с бадьей применялись даже в Лаврийских рудниках. Некоторые шахты на устье имеют непонятные выемки или вырубки. Вероятно, в эти выемки и устанавливались основания ворот.

Нет упоминаний о подъемных устройствах и на рудниках Нубии в Африке, подробное описание которых оставил греческий писатель Агатархид (III—II вв. до н. э.).

Транспортировка добытых в каменоломнях целиков осуществлялась следующим образом. Камни устанавливали на деревянные тележки на роликах, которые спускали вниз по специально для этой цели вымощенной плитами дороге. В Пентелийских каменоломнях в Греции эти дороги сохранились. Доходили они до устья штолен. Вдоль дороги видны отверстия, куда вбивались толстые колья. Вероятно, они служили для того, чтобы по мере спуска тележки привязывать к ним концы каната, которым тележка была обвязана, и

тем самым обеспечить плавность спуска. Похожие устройства обнаружены в каменоломнях Египта римского периода.

Как закрепить свод

Большое значение в античное время придавалось предохранению выработок от обрушения. Об этом свидетельствуют многочисленные правила и циркуляры центральной власти, предусматривающие суровое наказание за порчу крепления в рудниках. Это объяснялось не столько заботой о безопасности рабов, сколько желанием сохранить как можно дольше в рабочем состоянии сами выработки.

В античную эпоху были известны следующие способы крепления: а) оставление охранных целиков¹; б) крепление с помощью каменных столбов (сооружалось из обломков пустой породы, откалываемой от массива); в) использование дерева, прутьев и тростника для крепления выработок кратковременного назначения (в основном при осадных и оборонительных работах и в сельском хозяйстве); д) крепление с помощью деревянных столбов и, возможно, дверных накладок. Кроме того, выработкам придавалась такая форма, которая обеспечивала их высокую устойчивость (откосы в поверхностных выработках, сводно- и куполообразная форма и т. д.).

В Лаврийских рудниках для крепления выработок оставлялись охранные целики пустой породы или породы, не содержащей большого количества руды. В погоне за легкой наживой некоторые арендаторы вырубали и эти целики, что нередко приводило к обрушению выработок. Так, некий Дифил разбогател именно на вырубке таких целиков (вторая половина IV в. до н. э.). Он был уличен, обвинен Ликургом, руководителем государственного хозяйства Афин, и осужден. Был издан специальный закон, запрещающий отрубать целики в шахтах. Подпорные столбы делались также из пустой породы, отбиваемой при проходке горной выработки. Столбы (перегородки) ставили на определенном расстоянии друг от друга. Они служили не только для обеспечения безопасности работающих, но и для разграничения соседних участков.

В Лаврийских рудниках ученые нашли небольшие куски оливкового дерева, напоминающие части крепи. Это дало основание предположить, что на этих рудниках использовалась и деревянная крепь. Однако вряд ли объем деревянной крепи был большой. В узких, небольших по объему выработках особой необходимости в деревянной крепи не было. Кроме того, дерево в этом районе было весьма

¹ Охранный целик — это массив горной породы, оставляемый при отработке месторождения или проходке горноразведочных выработок с целью предотвращения обрушения кровли.

дефицитным материалом и вряд ли могло широко использоваться в горных работах.

На мраморных разработках острова Парос выработки удерживались от обрушения оставленными целыми мрамора.

На рудниках Испании дерево для крепления использовалось довольно часто. Поскольку крепь с течением времени могла прогнить, землекоп данного участка рудников обязан был вовремя заменять ее новой. Однако не всегда сгнившая крепь вовремя заменялась новой, поэтому случаи обвалов горных выработок были не так уж редки. Деревянная крепь обнаружена также в африканских золотых рудниках Нубии.

Получить некоторые представления о способах устройства и крепления осушительных горных выработок, проходимых при гидрогеологических работах, позволяет следующий рассказ Плиния Старшего: «Сырой участок лучше всего прорезать канавами и осушить; канавы в глинистой местности оставлять открытыми; если почва рыхлая, то укреплять их изгородями или же устраивать так, чтобы стороны их спускались полого; некоторые из них провести под землей, вывести их в более крупные и открытые и выстлать, если есть возможность, кремнем или гравием; устья канав с обеих сторон укрепить камнями и камнями же перекрыть».

Свет под землей, древние «вентиляторы»

Горные выработки много лет назад, так же как и сейчас, освещались либо естественным, либо искусственным способами. Естественное освещение использовали при поверхностных горных работах и небольшой протяженности подземных выработок, искусственное — при подземных работах. Освещение было весьма слабым. Горнорабочие, как пишет Диодор, по существу работали в темноте.

Светильниками служили небольшие глиняные лампы, в которые наливали органическое или минеральное масло. Такой светильник мог гореть в течение 10 ч. Нередко во времени горения светильника определялась продолжительность смены.

Светильники устанавливали в специальных нишах, которые довольно часто встречаются в древних горных выработках. Лампы можно было также держать в руках или привязывать ко лбу. На это, в частности, указывают Диодор и Агатархид. Индивидуальные лампы были рассчитаны только на одного рабочего, поэтому они, видимо, использовались параллельно с установленными в нишах.

Несомненно, что в подземных горных выработках от дыхания большого числа людей, горения ламп, минеральной пыли, вредных газовых выделений образовывался весьма тяжелый, спертый воздух. Осо-

применяться в рудниках не раньше III в. до н. э. Это было новым достаточным важным техническим усовершенствованием на горных работах.

Витрувий описывает специальные водоподъемные и водоотливные приспособления, сконструированные в виде колес и Архимеда винта. Посидоний, Страбон и Диодор рассказывают, что такого рода приспособления применяли в Испании. Диодор при этом сообщает, что винтовые водоотливные машины были изобретены Архимедом во время его путешествия по Египту (около 220 г. до н. э.). Ученые сейчас располагают данными, согласно которым подобные приспособления с давних пор применялись в Египте для подъема воды из Нила. Архимед, вероятно, усовершенствовал их и, возможно, применил в горном деле. Греческая терракотовая статуэтка эллинистического периода, найденная в Египте, изображает раба, переступающего по ступенькам, приделанным к валу устройства, который, вероятно, приводил в движение водоотливные машины. В рудниках Испании обнаружена водоотливная машина, конструкция которой очень похожа на изображенную древним скульптором.

Диодор пишет, что при проходке горных выработок нередко встречаются «текущие под землею реки». Стремительное течение их преодолевают тем, что воды отводят в специальные каналы, выкопанные по бокам рудника. Из выработок воду вычерпывают «египетскими водоотливными колесами». При помощи этих колес воду непрерывно удаляют из забоя и тем самым обеспечивают возможность дальнейшего продвижения. Водоотливное колесо сделано «чрезвычайно искусно». С его помощью можно при небольших затратах труда удалить очень большое количество воды, так что, как пишет Диодор, «все русло [подземной] реки легко изливается со дна его [рудника] на поверхность».

На поверхности для отвода воды создавалась достаточно сложная система каналов. Категорически запрещалось приводить эту систему в негодность. Документальные данные говорят о том, что для различных рудников разрабатывались даже специальные нормативы, в которых указывалось, на каком расстоянии от каналов можно закладывать новые выработки.

Техника безопасности

В предыдущих разделах уже рассматривались отдельные вопросы безопасного ведения работ при добыче полезных ископаемых. Попробуем перечислить все правила, которые приведены в различных греческих и римских источниках. Они помогут нам полу-

чить общее представление о состоянии техники безопасности на горных работах в античную эпоху.

1. Все выработки во избежание обвалов должны быть тщательно укреплены подпорами.

2. Портить, ломать столбы и подпоры, принесенные для крепления выработок, злонамеренно делать что-нибудь, что ослабило бы и расшатало столбы и подпоры, не допускается.

3. Прогнившие подпоры съёмщик каждой выработки должен заменять новыми.

4. Если раб портит оборудование штолен и инструмент, он наказывается плетью и снова продается, с условием никогда не возвращаться в рудники.

5. Если свободный гражданин портит оборудование штолен, он наказывается конфискацией имущества и изгнанием из рудников.

6. За самовольное снятие горнорабочим крепления устанавливается суровая кара (наказание плетью).

7. Строго воспрещается подрубать целики в рудниках.

8. При работах по обрушению больших массивов должно выделяться специальное наблюдающее лицо — сторож; сторож наблюдает за массивом и при первых признаках начала его обрушения обязан криками и знаками отозвать горнорабочих, а сам уйти со своего пункта наблюдения.

9. За повреждение водоотливных каналов рабы и свободные подлежат строгому наказанию.

10. Тот, кто разрабатывает медные копи, должен оставлять с каждой стороны водоотливного канала свободное пространство шириной не менее 5 м. Повреждать канал не допускается.

11. Прокуратор (представитель верховной императорской власти) может разрешить для обследования нового рудника делать от водоотливного канала прокоп, ширина и глубина которого не должны превышать 1,2 м.

12. Искать и добывать руду на расстоянии ближе 5 м от обеих сторон водоотливного канала не разрешается.

13. Тот, кто разрабатывает серебряные копи, должен отступать от водоотливного канала на 18 м; выходить за пределы выделенного для разработки участка нельзя; не разрешается собирать выброшенную на других участках породу и вести подкопы.

14. В серебряных и свинцовых рудниках горнорабочие во избежание отравления вредными испарениями должны надевать на голову пузыри или маски, закрывающие все лицо, кроме глаз.

15. Добытую из рудников руду запрещается отправлять в мастерские для последующей обработки после захода солнца, ночью.

16. Обработка камней должна производиться железным инструментом.

17. При закладке новых колодцев для водоснабжения следует отступать от соседнего владения на расстояние, равное их глубине.

18. Спускаться в колодец, не проверив, есть ли в нем газ, воспрещается; наличие газа в колодце определяется с помощью зажженного светильника.

19. Запрещается строить амфитеатры и другие сооружения без предварительного обследования прочности грунта.

20. Следует быть весьма осторожным с огнем при работе с нефтью, поскольку нет никакого способа потушить ее, кроме как присыпать землей.

Приведенный перечень правил показывает, что техника безопасности на горных работах в античную эпоху находилась на весьма низком уровне. Причем большинство правил установлено не с целью охраны жизни и здоровья людей, а с целью сохранения горных выработок и горного хозяйства в целом. Все это лишний раз подтверждает жестокость, несправедливость и бесчеловечность рабовладельческого способа производства.

Сквозь толщу пород

Знал ли античный мир что-нибудь о бурении глубоких скважин? Очевидно, нет. Однако этот вопрос можно задать несколько иначе. Какие сделанные в то время открытия могли служить предпосылкой для развития бурения как способа разрушения горных пород? Имеющийся материал с полным основанием позволяет утверждать, что такие открытия в античную эпоху были сделаны.

Метод сверления отверстий в горных породах уходит своими корнями в глубокую древность. Известно, что в Древнем Египте еще в додинастический период (3500 г. до н. э.) был известен метод высверливания отверстий при изготовлении каменных (базальтовых) топоров и булав. Кроме того, в этот же период начали изготавливать каменные сосуды (например, из алебастра и базальта) путем высверливания. Сохранилось даже изображение процесса высверливания таких сосудов (рис. 19).

Но оказывается в Древнем Египте не только умели сверлить различные отверстия, но и бурили мелкие шпур¹. Особенно интересными в этом отношении являются результаты археологических раскопок пирамиды Нетерхета-Джосера (начало III династии, около 3 тыс. лет до н. э.). Здесь в строительном мусоре был обна-

¹ Шпур — это неглубокая скважина диаметром до 50 мм, глубиной до 3 м, предназначенная для отбойки горной породы взрывом.

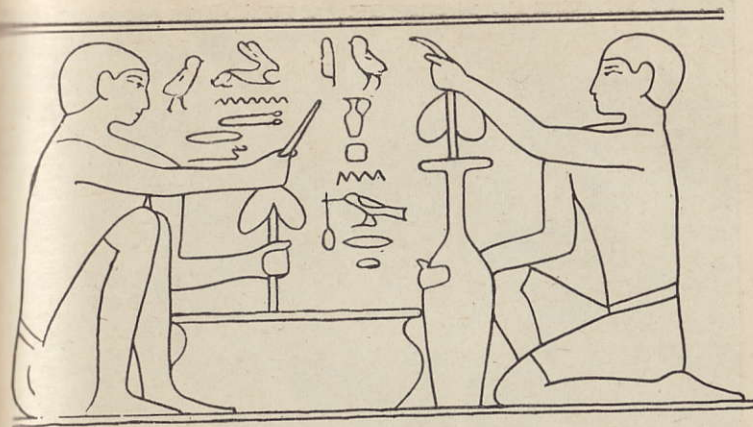


Рис. 19. Высверливание каменных сосудов в Древнем Египте (III тысячелетие до н. э.).

ружен ряд инструментов и среди них медный прут с закрепленной на его конце медной трубкой. Изучение приспособления позволило установить, что оно представляет собой древнейший буровой инструмент, предназначенный для высверливания отверстий в каменных блоках и плитах. Ученые предполагают, что бурение производилось следующим образом. На месте будущего отверстия насыпались мелкие зерна кварца. Трубка вращалась вручную. Для создания осевого усилия использовалась тяжесть тела. Твердые кварцевые зерна под давлением истирали камень, и постепенно получалось нужное отверстие. Чтобы инструмент не разогревался, в трубку подливали воду. Трудно удержаться и не провести здесь параллель с дробовым бурением, при котором забой скважины разрушается гладкой по торцу дробовой коронкой и насыпаемой в скважину стальной или чугунной дробью.

Египтологи к инструментам для сверления относят и трубчатое сверло, а также медное и каменное острие. Во всех случаях при сверлении применялся абразивный кварцевый порошок. Сверление каменных сосудов осуществлялось также с помощью коловороты, снабженного эксцентричной ручкой и двумя тяжелыми гириями. Ручка, по-видимому, была деревянной; само же сверло, нередко сегментовидной формы, делали из кремня. Много таких сверл было найдено в Египте. Обнаружено немало отверстий, просверленных с помощью этих сверл.

Особый интерес представляют сообщения археологов о том, что при обследовании захоронений в Саккара (Египет) был обнаружен



Рис. 20. Отверстие (скважина) в глыбе туфа из развалин римских терм древнего города Одессоса (фото автора)

большой высверленный сердечник диаметром около 80 мм из крупнозернистого красного гранита. На наружной стороне сердечника были обнаружены зеленые пятна, образовавшиеся при сверлении медным инструментом, найден также маленький высверленный диоритовый сердечник диаметром около 32 мм.

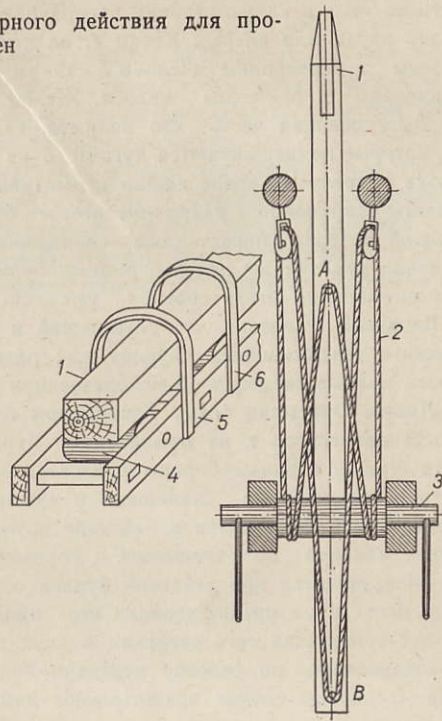
Считается, что пилы и сверла изготавливали из меди вплоть до эпохи Среднего царства (около 2000 г. до н. э.), когда впервые появились бронзовые орудия. Они употреблялись до тех пор пока не были вытеснены железными.

Некоторые ученые допускают, что для сверления отверстий в камнях древние египтяне употребляли трубчатые сверла, армированные в торцевой части, а также внутри и снаружи трубки твердыми драгоценными камнями. Другие выдвигают гипотезу, что сверление велось с помощью только абразивного порошка, который готовился из кварцевого песка. Нам эта гипотеза представляется единственно вероятной. Медных, бронзовых или железных инструментов, армированных твердыми вставками, археологи пока не обнаружили.

Со времени античности до нас дошли многочисленные свидетельства о бурении шпуров в горных породах.

Глубина шпуров, по-видимому, не превышала 0,5 м. Бурили их ударным способом с помощью специальных зубил. Этот метод широко использовался в каменоломнях при откалывании целиков.

Рис. 21. Таран ударного действия для пробивки крепостных стен



На применение метода сверления горных пород еще до VI в. до н. э. указывает Гесиод, который в «Теогонии» упоминает «хорошо высверленный [кузнечный] горн».

Автор книги в римских термах, находящихся на территории древнего города Одессоса (г. Варна), нашел глыбу туфа с отверстием диаметром примерно 100 мм и длиной примерно 300 мм (рис. 20). Отверстие носит следы высверливания и ударов. В Археологическом музее г. Варны экспонируется мраморная плита с рядом неглубоких явно высверленных лунок диаметром от 50 до 200 мм и глубиной до 100 мм.

Высверливание отверстий широко применялось при создании различной военной техники.

На рис. 21 показан таран ударного действия. Приведем описание действия этого тарана, основываясь на сведениях греческого писателя Афиней (II—III вв. н. э.). Балка 1 с острием на конце, окованном железом, приводится в движение воротом 3. Петля каната 2 навита на ворот и связана с балкой в точках А и В. В за-

висимости от того, в какую сторону поворачивают ворот, канат двигает балку назад или вперед. Катки 4, на которых лежит балка, установлены в деревянном желобе 5 таким образом, что концы катков вделаны в боковины желоба. Желоб расположен на помосте. Выступающая часть его покрыта, как сводом, сырыми кожами, которые поддерживаются дугами 6 из гибкого дерева. Как видно, уже в древнем таране нашли примитивное воплощение многие элементы современного ударно-штангового бурения.

Большой интерес представляют сообщения древних авторов о применении для тех же целей огромных буравов. Первые известные нам упоминания этого способа имеются у Витрувия и Тита Ливия. Витрувий сообщает, что служивший в войсках Александра Македонского Диад изобрел «бурав» для разрушения крепостных стен. Более полные сведения об использовании буравов содержатся у Тита Ливия. Описывая осаду Ганнибалом города Сагунта, Тит Ливий останавливается и на применении буравов. Согласно данным Тита Ливия, осадные буравы представляли собой вращательные устройства, которые размещали в защищенном подвижном помещении. Бурав приводился в действие вручную. Он имел некоторый угол наклона по отношению к горизонтальной плоскости, поэтому образующиеся при действии бурова осколки и пыль высыпались из него и не препятствовали его проникновению в стену. В античных источниках есть сведения о двух типах стенных буравов, различающихся по способу передачи бураву вращательного движения. В первом случае вращательное движение передавалось при помощи сверлильного пучка, во втором — обыкновенного ворота. Отверстия в стене просверливали рядами близко друг к другу. После этого стену можно было ломать вручную. В результате получалось широкое отверстие и два человека, стоя в нем спина к спине, могли кирками расширять брешь в стене. Одновременно применялись деревянные крепления рудничного типа. Когда брешь достигала нужной глубины, деревянные столбы обмазывались смолой и серой, брешь заполняли хворостом и поджигали. В результате стена разрушалась.

Говоря о развитии бурения, нельзя не упомянуть о достижениях в этой области древней китайской цивилизации. Еще до нашей эры китайцы широко применяли бурение. Отдельные элементы бурового инструмента они изготавливали из бамбука — растения, самой природой казалось бы предназначенного для этих целей. Они бурили скважины и при помощи зубила с бамбуковым шестом. Раздробленная порода смешивалась с водой и затем извлекалась с глубины небольшим ведром. Когда изобрели пеньковый канат, то к нему стали прикреплять бамбуковый ствол с зубилом на нижнем конце. Зубило при падении на забой дробило породу, за счет

чего скважина углублялась. Для извлечения шлама использовали примитивную желонку, представляющую собой трубу (по-видимому, также из бамбука), оборудованную на нижнем конце клапаном, который открывался при ударе трубы о забой. После нескольких таких ударов труба наполнялась пульпой. Извлекали трубу на поверхность при помощи ворота.

Приведенных сведений вполне достаточно для утверждения, что в античную эпоху люди были знакомы с некоторыми элементами технологии разрушения горных пород сверлением, ударом и абразивной распиловкой. Именно они в дальнейшем и легли в основу разработки вращательного и ударного способов бурения скважин.



Глава VI

АНТИЧНЫЕ ИНЖЕНЕРЫ-ГЕОЛОГИ

Трактат Витрувия

Сведения о предварительных работах, предшествующих строительству сооружений, имеются у Геродота, Фукидида, Полибия, Тита Ливия, Тацита, Плиния Младшего и др. Многочисленные указания содержатся в ранее неоднократно упоминавшемся трактате об архитектуре Витрувия. Рассмотрим более подробно этот источник.

В понимании древних ученых и строителей, архитектура — это энциклопедия технических наук. Она включает в себя собственно строительство, архитектуру (в современном понимании), изготовление приборов для измерения времени и механику, т. е. изготовление грузо- и водоподъемных машин, а также осадных и метательных орудий. По мнению Витрувия, успешное строительство невозможно без знания основ метеорологии, климатологии, почвоведения, геологии (в современном понимании), минералогии, ботаники, акустики, астрономии, теоретической механики, архитектурной эстетики и других наук. Все эти вопросы и нашли отражение в трактате — единственном дошедшем до нас практическом пособии для строителей. Витрувий указывает, что большинство писавших об архитектуре оставили после себя отнюдь не систематические наставления и сочинения, а лишь наброски в виде бессвязных отрывков.

При написании трактата Витрувий использовал более 50 источников. К сожалению, ни одно из упоминаемых им сочинений до нас не дошло. Можно только предположить, что Витрувий широко пользовался компилятивным методом, так как он добросовестно и подробно перечислил все источники.

Трактат Витрувия содержит сведения почти о всех известных в то время видах строительства: гражданском, жилищном, портовом, гидротехническом, дорожном и др. Наиболее подробно он описывает начальные этапы, от которых, по его мнению, зависят надежность и долговечность сооружений. И хотя Витрувий жил почти 2 тыс. лет назад, основные черты этих этапов, по существу, аналогичны современным.

По мнению Витрувия, строительство нужно начинать с технико-

экономического обоснования, причем главное при этом — учет стоимости сооружения. О том большом значении, которое придавал Витрувий правильной оценке стоимости сооружения особенно до начала строительства, свидетельствует следующий абзац трактата: «В славном и великом греческом городе Эфесе издавна установлен, как говорят, строгий, но вполне справедливый закон. Именно, архитектор, берущийся за выполнение государственной работы, должен объявить, во что она обойдется. По утверждении сметы должностными лицами в обеспечение издержек берется в залог его имущество до тех пор, пока работа не будет выполнена. Если по окончании ее окажется, что расходы соответствуют объявленным, то его награждают похвальным отзовом и другими знаками почета. Также, если перерасходы превысят смету не более чем на четверть ее, то они выплачиваются из государственной казны, и никакого наказания за это он не несет. Но если потребуются издержать свыше этой четверти на работу, то средства на ее окончание берутся из его собственного имущества». Этот поучительный опыт древних греков интересен и в наше время.

Составление сметы перед началом строительства было обязательным не только в городе Эфесе, а почти во всех греческих городах-государствах. В смете перечислялись все работы, связанные с возведением здания, вплоть до мелочей. Таким образом, смета была не только финансовым документом, но и служила как бы инструкцией для подрядчика и рабочих. К смете архитектор прилагал чертежи, макеты, схемы.

Развивая опыт греков, Витрувий указывает: «...представляется вполне целесообразным, чтобы до того, как приступить к работам, план их был обдуман с величайшей осмотрительностью и вниманием», а все «обстоятельства дела» обследованы «тщательнейшим образом». Он требует, чтобы при проектировании сооружений учитывалась возможность их возведения из местных строительных материалов. Архитектор не должен требовать «того, что нельзя ни найти, ни заготовить иначе как за большие деньги... и особенно материалов, перевозка которых... затруднительна и дорога». Поэтому Витрувий рекомендует, там, где нет горного песка, применять речной или промытый морской, а при недостатке ели или пихты можно использовать кипарис, тополь, вяз и сосну.

Инженерные изыскания в качестве самостоятельного этапа работ, предшествующего строительству, во времена Витрувия и позже не выделялись. Как известно, этот этап стал самостоятельным только в конце XIX в., когда значительные масштабы строительства и все более усложняющийся его характер потребовали тщательного научно обоснованного подхода к расчету и проектированию сооружений. Тем не менее необходимость изучения природной

обстановки при строительстве, отмечается во всех дошедших до нас источниках.

Витрувий прежде всего рекомендует тщательно изучить географические и климатические условия. Например, при постройке города «прежде всего надо выбирать наиболее здоровую местность. Она должна быть возвышенной, не туманной, не морозной и обращенной не к знойным и холодным, а к умеренным странам света, а кроме того, необходимо избегать соседства болот». Для определения степени пригодности изучаемого района для проживания людей Витрувий советует обследовать людей, живущих в данной местности, и обитающих здесь животных. Он формулирует следующее правило: «Здоровые свойства земли определяются пастбищем и кормом». При этом Витрувий ссылается на опыт предков, которые, прежде чем приступить к строительству города, изучали печень жертвенных овец. Планировка города должна проводиться с учетом основных направлений ветров, что требует соответствующих предварительных обследований. Это требование является обязательным и в наши дни. Необходимо также принимать во внимание климатические условия. При этом он подчеркивает, что «вред, наносимый природой, должен исправляться искусством».

В наше время в основу инженерных изысканий положено изучение инженерно-геологических условий строительства. В древние времена инженерной геологии не существовало и исследованиям, связанным с ней, придавалось меньшее значение, чем, скажем, климатологии или метеорологии. Однако утверждать, что изучение грунтов не проводилось, нет никаких оснований. Витрувий, например, большое внимание уделяет рекомендациям по сооружению фундаментов в тех или иных грунтах, поискам и разведке строительных материалов и т. д. В последнем случае он подробно описывает свойства различных горных пород, которые могут быть использованы при строительстве.

Гениальные догадки

Примечательно следующее высказывание Витрувия: «...все, как установлено природой, производится не для удовольствия людей, а как бы по случайному распределению». Если к отмеченному добавить гениальную догадку Платона, жившего за 300 лет до Витрувия, состоявшую в том, что многие величины (случайные) распределены в природе определенным образом, то можно говорить о том, что современные представления о грунтах как образованиях, имеющих статистическую природу и характеризующихся определенными законами распределения их физико-механических свойств, в своей основе возникли еще в глубокой древности.

Чтобы подобное утверждение не прозвучало слишком надуманно, приведем одну цитату Платона из диалога «Федон»: «...очень хороших и очень плохих людей немного, а посредственных — без числа... Так же точно, как очень маленьких и очень больших. Что встретишь реже, чем очень большого или очень маленького человека или собаку и так далее? Или что-нибудь очень быстрое или медленное?... во всех таких случаях крайности редки и немногочисленны, зато середина заполнена в изобилии». Это не что иное, как принципиальная качественная догадка о законе распределения случайных величин. Кроме того, древние греки при решении некоторых практических задач пользовались и статистическими методами. Так, при осаде города Платея пелопонесцами, как рассказывает Фукидид, платейцы «изготовили лестницы вышиною в неприятельские укрепления, измерили лестницы по рядам кирпичей в том месте, где обращенная к ним стена оказалась незаштукатуренной. Ряды кирпичей считали многие лица зараз, и хотя кое-кто мог ошибиться, у большинства получился все-таки правильный счет в особенности потому, что он произведен был много раз».

В трактате Витрувия есть и прямые указания на важность и необходимость исследований свойств грунтов. Так, в книге седьмой он пишет, что «...если придется бетонировать прямо по земле, надо исследовать, везде ли плотен грунт...» Косвенное указание на необходимость изучать свойства почв имеется и у Ксенофонта, который в «Домострое» пишет: «...для рациональной обработки земли, прежде всего, надо знать свойства почвы».

В «Георгиках» Вергилий дает прямые указания на то, как испытывать грунты (почвы).

«Способ, каким распознать их различье сможешь,

скажу я.

Рыхлая ль почва или сверх меры плотна, ты исследуй.

Ибо одна для хлебов подходяща, другая — для Вакха.

Как же исследовать? Для этого необходимо:

Вырыть колодезь в земле и весь его снова наполнить

Той же землей и ее притопчешь сверху ногами.

Если не хватит — легка, скоту и лозе благодатной

Больше подходит она; откажется ж если вместиться,

Вровень не ляжет, когда уже вся наполнится яма,

Почва — плотна...

Жирная почва —

...если рукой ее бросить, она не дробится,

Но наподобье смолы к перстам держащего липнет».

Анализировалась также плотность почвы:

«Тяжесть весом свою безмолвно сама обнаружит,
или же легкость».

В настоящее время при изучении грунтов выполняются следующие виды исследований: морфологические, биологические, механические и химические.

О почвах Вергилий пишет так: «Почва соленая есть, она называется «горькой». Нехороша для хлебов (она не смягчается вспашкой)». Далее говорится, что для ее распознавания необходимо процедить сквозь помещенный в корзину образец этой почвы чистую пресную воду. Вкус просочившихся капель «указание дает очевидный, и привкусом горьким жалостно рот искривится у тех, кто пробовать станет».

По-видимому, к соленым почвам Вергилий относит те почвы, которые сейчас называются солонцеватыми, засоленными почвами, т. е. в которых зольные элементы пищи находятся преимущественно в минерально-окисленном состоянии. Горькие почвы — это почвы, содержащие преимущественно сернокислые горькие соли, т. е. солончаки. Вергилий совершенно правильно отметил, что на таких почвах растут «темные и выродившиеся травы». Речь, вероятно, идет о солянке, полыни и т. п.

Рекомендации, приведенные Вергилием, столь практичны, что на них ссылается Плиний Старший. Им же сделан вывод, что «никакая земля, будучи брошена обратно в выкопанную яму, не заполняет ее, так что определить ее плотность или рыхлость этим способом нельзя».

Представляют интерес и рекомендации Колумеллы по строительству сооружения на «скатах», т. е. оползневых участках. Подобное строительство, по его мнению, следует начинать снизу: если начать строительство сверху, то в нижних постройках возникнут «трещины» и они будут «расползаться».

В данном случае фундамент нижних сооружений должен быть сделан с таким расчетом, чтобы он мог выдержать тяжесть последующих построек и т. д.

При современных инженерных изысканиях (особенно под крупное гидротехническое строительство) большое значение уделяется изысканию строительных материалов. Витрувий подробно описывал свойства различных материалов как органического, так и неорганического происхождения. В частности, он дал характеристику цемента и горных пород, из которых он может быть получен, а также строительного леса. Витрувий отмечает, что деревья, которые растут на солнечной стороне, более пригодны для строительства, чем растущие на тенистой стороне. Он перечисляет местности

и районы, где находятся месторождения различных горных пород, пригодных для строительства.

Значительный интерес имеют рекомендации Витрувия по испытанию и использованию строительных материалов. Так, им отмечается, что «...если желательно выполнить работу безупречно, следует поступать так: надо выламывать [добывать] камень не зимой, а летом и оставлять его вылеживаться на открытом месте два года [!] до начала стройки. Тот камень, который за это двухлетие будет поврежден непогодой, пойдет на фундамент; остальной же оказавшийся непопорченным, пойдет для надземной части здания, как испытанный природой и могущий сохранить свою прочность».

Для более полного анализа сведений, содержащихся в трактате Витрувия, рассмотрим некоторые вопросы организации строительства, фундаментостроения и использования различных строительных механизмов.

При закладке фундаментов любых сооружений необходимо, чтобы «рвы» были прорыты до «материка», т. е., по-видимому, до коренных пород. Глубина заложения фундамента должна соответствовать размерам возводимой постройки, а ширина должна быть несколько больше будущих наземных стен. Канавы и рвы следует заполнять самой основательной каменной кладкой. «Если же нельзя дорыться до материка, — пишет Витрувий, — и земля на месте будет до самой глубины наносной или болотистой, то надо это место выкопать, опорожнить и забить ольховыми или масляными, или дубовыми обожженными сваями и вбить их машинами как можно теснее, а промежутки между ними завалить углем, после чего выложить как можно более основательный фундамент».

По свидетельству Диогена Лаэртского, первым предложил использовать при строительстве обожженное дерево самосец Феодор (V в. до н. э.). Он рекомендовал при сооружении знаменитого эфесского храма засыпать в основание древесный уголь, поскольку «место было сырое», а «уголь приобретает твердость и недоступен для воды».

Здесь обращает на себя внимание указание на свайные фундаменты и использование для их забивки сваебойных машин. В том случае, когда при закладке фундамента проводится земляная засыпка, Витрувий советует учитывать возможность пучения грунта при насыщении его влагой, что может привести к разрушению фундамента и сооружения в целом.

При возведении фундаментов на морском побережье требуется осушить место строительства. Для этого, по мнению Витрувия, надо возвести специальную ограду, осушить «полость» внутри нее с помощью специальных водоподъемников — «улиток», колес, барабанов, а затем уже выкапывать «дно для фундамента».

Помимо приведенных в трактате сведений по осушительным и гидротехническим работам дается описание ряда простейших строительных машин — рычажных, грузоподъемных, ударных и т. д.

Представляют большой интерес «Анналы» Корнелия Тацита. В этой работе отмечается, что в 27 г. н. э. после одной из катастроф в Риме, в результате которой погибло или было ранено 50 тысяч человек, Римский сенат специальным постановлением запретил возводить амфитеатры «без предварительного обследования надежности грунта». Указанное постановление, по-видимому, можно считать одним из первых правительственных постановлений о необходимости проведения инженерных изысканий перед началом строительства.

Проекты, расчеты

Несколько слов о проектировании, расчете прочности и других характеристик сооружений. Как свидетельствуют источники, эти два вида работ были обязательны при строительстве многих объектов. Более того, проекты крупных сооружений обсуждались даже в Римском сенате.

Корнелий Тацит рассказывает, что в 15 г. н. э. римскими сенаторами Аррунтием и Атеем был поднят вопрос в сенате о том, следует ли для уменьшения разливов Тибра отвести реки и озера, которыми он питается. По этому вопросу были заслушаны делегации муниципий и колоний. Флорентинцы просили не отводить реку Кланис, мотивируя это тем, что, если она будет выведена из своего русла в реку Арпо, население может разориться. Жители города Интерамны были согласны с флорентинцами и доказывали, что если вода реки Нары в соответствии с рассматриваемым проектом будет разведена по ручьям и затопит поля, то погибнут плодотворнейшие поля Италии. Не молчали и реатинцы, которые отказывались заградить Велинское озеро плотиной в том месте, где оно изливается в реку Нару, так как оно разлилось бы по окрестностям. Реатинцы говорили, что «природа, которая дала рекам свои устья, свое течение и как свое начало, так и конец, как нельзя лучше позаботилась о людских потребностях». Просьбы ли колоний, трудность ли работ или «суеверие тут оказало действие», но согласились с мнением сенатора Гая Пизона, который сказал, что «не нужно никаких перемен».

Основой проекта любого сооружения является топографический план. Геродот так рисует зарождение землемерного искусства в Греции: «Египетский царь Сесострис заставил множество приведенных с собою пленников работать вот на каких работах. Они должны были перетаскивать огромные камни, которые при этом

царе были приготовлены для [строительства] святилища Гефеста, и рыть все каналы, существующие и поныне в Египте... Мне думается, что при этом-то и было изобретено землемерное искусство, а затем перенесено в Элладу».

Недавно на территории Судана в местечке Бегравийя, где в древности находилось могущественное государство Мероэ, был обнаружен детальный план пирамиды. По мнению специалистов, чертежу более двух тысяч лет. Находка эта уникальна, поскольку даже в Египте археологами не были найдены такие планы.

Папирусы свидетельствуют, что в эллинистический период техника землемерных съемок и составление эскизных чертежей достигли достаточно высокой степени совершенства. В одном из дошедших до нас папирусов, относящихся к 259 г. до н. э., дан расчет стоимости работ по проведению каналов, причем в тексте имеются ссылки на прилагаемый к нему план. Сам план, к сожалению, утерян. Сохранились небольшие фрагменты плана города Афродизиополиса, также выполненного на папирусе. Местность разделена на участки довольно правильной формы, к которым сделаны пояснительные надписи. Водоемы обозначены синей краской, песчаная почва пустыни — желтой.

Разметку улиц и кварталов на грунте производили при помощи землемерных цепей, а для нивелировки применяли, вероятно, приборы типа визирных щелевых инструментов.

После окончания разметки устранили неровности почвы, «снося лишнюю землю и засыпая котловины». Затем приступали к застройке. Все описанные операции в настоящее время выполняются при топографо-геодезических изысканиях, а составление смет, схем и планов осуществляется в процессе проектирования сооружений.

В заключение остановимся еще на одном источнике — письмах Плиния Младшего, который был назначен императором Траяном наместником в Вифинии. В одном из писем к своему подчиненному Плиний пишет: «Что касается портиков, то... начерти их форму сообразно особенностям места. Ими нельзя окружить храм, потому что храмовый участок опоясан с одной стороны рекой с очень обрывистыми берегами, а с другой — дорогой. По ту сторону дороги находится очень широкий луг, на котором с достаточным удобством будут развернуты портики напротив самого храма, если только не придумаешь чего-нибудь лучшего. Ты, привыкший трудность места побеждать искусством». Таким образом, мы еще раз убеждаемся в том, что строительство и составление проектов сооружений велось с учетом особенностей местности.

В одном из писем к Траяну Плиний Младший просит прислать в Вифинию опытного архитектора (строителя, проектировщика). Он отмечает, что «...кажется, немалые средства можно истребовать

от строительных подрядчиков, если произвести *верные обмеры*. Эта фраза показывает, что проектно-сметное дело находилось на крайне низком уровне и давало богатый простор для всякого рода злоупотреблений.

Красноречивым свидетельством того, что при строительстве многих сооружений не выполнялись должные обоснования и расчеты, является 39-е письмо Плиния Младшего Траяну: «Театр в Никее... выстроенный уже в большей части своей, но не законченный, поглотил, как я слышу (до конца я в отчете не разобрался), больше 10 миллионов сестерций (около 600 000 рублей золотом) и боюсь, что напрасно. Он оседает и в нем зияют огромные трещины, потому ли, что почва здесь сырая и мягкая, или же потому, что самый камень непрочен и ломок... Фундамент и контрфорсы, на которые там и сям опирается здание, кажутся мне не столько прочными, сколько дорогими... Те же ликейцы начали, еще до моего прибытия, восстанавливать уничтоженный пожаром гимнасий... Они даже истратили некоторую сумму, и есть опасность, что *без толку*: здание беспорядочно и разбросано. Кроме того, архитектор, конечно, соперник того, кто начинал постройку, утверждает, что стены, хотя толщиной и в двадцать два фута, не смогут выдержать тяжести, которая на них ляжет, потому что внутри они набиты щебенкой и не обложены кирпичом».

У Лукреция мы встречаем:

«...Валится часто

Дом, если он пострадал от ошибок в начальном *расчете*».

Строители в римское время ценились так же высоко, как и горные специалисты. Несмотря на неоднократные просьбы Плиния прислать ему опытного архитектора, Траян ему в этом постоянно отказывает. В одном из писем он пишет: «Не может быть, чтобы тебе не хватало архитекторов. В каждой провинции есть опытные и талантливые люди: не думай, что их ближе прислать тебе из Рима, когда даже к нам они обычно приезжают из Греции».

Представляет интерес еще одна цитата, относящаяся к топографо-геодезическим изысканиям. «В области никомедийцев, — пишет Плиний, — есть очень большое озеро: мрамор, плоды, дрова, строительные материалы дешево и без большого труда сплавляются по нему на судах до самой дороги; оттуда же с большим трудом и значительными издержками довозятся в телегах до моря... Остается тебе прислать, если ты согласен, *нивелировщика* или архитектора, который бы *тщательно исследовал*, выше ли это озеро, чем море. Здесь знатоки утверждают, что оно выше на 40 локтей (примерно 18 м)». На что Траян ответил: «Озеро твое может

соблазнить нас, и мы захотим соединить его с морем. Надо только *тщательно исследовать*, не стечет ли оно целиком, когда будет устроен спуск к морю: надо будет *установить, сколько воды оно получает и откуда*. Ты можешь попросить нивелировщика у Кальпурния Макра, и я пришлю тебе отсюда кого-нибудь опытного в этом деле».

И еще одно письмо Плиния содержит прямое указание на инженерные изыскания: «У синопцев... не хватает воды, кажется, можно провести ее в изобилии и хорошую... У самого источника, правда, больше чем на милю место подозрительно топкое, я велел пока что *при небольших затратах исследовать, может ли оно выдержать постройку*».

Наконец, приведем еще одно очень важное свидетельство. Страбон пишет, что «...Деметрий имел намерение перерезать Пелопонесский перешеек, чтобы открыть свободное плавание для кораблей, но его от исполнения замысла удержали архитекторы [читай: изыскатели], объявившие после измерения, что море в заливе Коринфском выше того, что у Кенхр».

ИЗУЧАЯ ПРОШЛОЕ — ПОЗНАЕМ НАСТОЯЩЕЕ

В начале книги уже говорилось, что главная ее цель — расширить кругозор людей, интересующихся геологией и горным делом. Это позволит им, по нашему мнению, более отчетливо проследить основные тенденции развития геологоразведочных, горных и изыскательских работ.

«Знать прошлое надо, чтобы понять настоящее и предвидеть будущее», — так писал В. Г. Белинский. В работах нашего современника, известного исследователя истории техники геологоразведочных работ в России А. А. Кузина показано, что изучение истории позволяет использовать опыт древних и в наши дни. Попробуем и мы сделать некоторые выводы.

В античную эпоху были известны следующие виды минерального сырья: вода, природный камень, глина и песок, поваренная соль, известняк, мрамор, гипс, мел, медь, олово, железо, свинец, золото, серебро, драгоценные камни, никель, марганец, ртуть, кинovarь, сера, селитра, асфальт и др. Античный мир был знаком и с нефтью, которую находили во многих местах, однако широко использовать это минеральное сырье в античную эпоху еще не умели.

Геологии как самостоятельной, вполне сформировавшейся науки в древнем мире не существовало. Однако геологические процессы и явления не только изучались и систематизировались, но и делались попытки их объяснения и использования. Античные ученые знали о поднятии и опускании суши, землетрясениях, вулканической деятельности. Они имели начальное представление о многих горных породах и минералах, о парагенезе, отчасти о геологическом строении некоторых участков земной коры, об осадконакоплении и осадкообразовании; высказывали различные гипотезы о причинах засоления морей и океанов, об образовании подземных вод (в том числе минеральных); знали о пористом строении земной коры; знакомы были с фильтрацией; хорошо представляли себе значение выветривания в формировании поверхности земли; отчетливо разбирались в свойствах различных почв и способах их улучшения; могли в отдельных случаях правильно оценить последствия деятельности человека, как важного геологического фактора; догадывались о длительности геологических процессов и т. д.

В античное время уже предпринимались отдельные попытки охраны окружающей природной среды.

Полезные ископаемые добывались в различных местах. Особенно славились Лаврийские, Испанские и Египетские полиметаллические рудники.

Открытие тех или иных месторождений чаще всего было делом случая. Однако были попытки организации целенаправленных поисков.

Месторождения после их открытия, как правило, не разведывались, а если разведка и производилась, то в очень ограниченных объемах. Разведочные работы выполнялись только для выявления направления дальнейшей добычи. Такие работы велись параллельно с разработкой месторождения.

Недра земли в античную эпоху принадлежали государству. Для разработки месторождений чаще всего рудники или их участки сдавались в аренду частным лицам. Добыча полезных ископаемых в подавляющем большинстве случаев была хищнической. На рудниках в основном использовался труд рабов, кроме того, для работы привлекались свободные люди и солдаты. Широко распространен был детский труд.

Условия работы в рудниках были чрезвычайно тяжелыми. Выработки имели небольшое сечение, освещались тусклыми масляными светильниками, должная вентиляция отсутствовала, рабочий день длился по 10 ч и более. Жестокая эксплуатация была обусловлена стремлением управляющих рудниками (арендаторов рудников) поскорее возместить затраты и получить прибыль.

В античном мире существовали следующие способы добычи полезных ископаемых: 1) открытые и подземные горные работы, 2) промывание после дробления, 3) комбинированные способы, 4) выпаривание. Основным способом был первый.

Различные виды горных работ выполнялись не только при добыче полезных ископаемых, но и при строительстве, в сельском хозяйстве, военном деле и т. д.

При разработке месторождений наиболее часто применялась проходка шурфов, шахт, штолен, канав, рвов, траншей. Добыча полезных ископаемых открытым способом велась с помощью карьеров. Глубина шахт не превышала 200 м, длина горизонтальных выработок составляла несколько сот метров, общая протяженность подземных выработок на руднике достигала десятков и даже сотен километров. Все операции по проходке осуществлялись вручную.

Отбойку породы проводили стальными инструментами: кайлом, молотом, ломами, зубилом, клиньями, лопатой. На поверхность поро́ду доставляли главным образом вручную в корзинах или меш-

ках; в отдельных случаях, вероятно, применялись простейшие подъемные приспособления (вороты). Для укрепления выработок оставляли целики из пустой породы, делали подпорные столбы, использовали деревянные подпорки и, возможно, дверные оклады. Воду удаляли вручную, реже устанавливали водоподъемные устройства с ручным приводом.

Уже в античную эпоху существовали правила техники безопасности при проведении горных работ.

Бурение глубоких скважин в античную эпоху не было известно, однако в каменоломнях для забивки клиньев делали незначительные углубления ударным или вращательным способом. Эти углубления очень напоминают шпур, которые широко применяются в настоящее время при горных работах. При осаде иногда использовали стальные буравы вращательного действия и ударные тараны.

Уже в античное время перед началом строительства выполняли некоторые предварительные работы, которые, по нашему мнению, соответствуют проводимым сейчас инженерным изысканиям. Правда, в основном в античную эпоху учитывались климатологические, метеорологические, гидрологические и общегеографические факторы. Только в I в. н. э. начались гидрогеологические и инженерно-геологические исследования. Инженерные изыскания в античную эпоху основывались на визуальной оценке; использовался также накопленный опыт. Исследования выполнялись с помощью простейших приборов и устройств. Предварительные работы по обследованию района строительства в Древней Греции и Риме выполнялись самими строителями.

Что же можно почерпнуть из опыта древних нам? При подготовке рукописи книги самые большие трудности возникли у автора при ответе именно на этот вопрос. Технический уровень горных работ в античном мире был крайне низок, организация труда несовершенна, технические средства примитивны, геологии как самостоятельной науки не существовало. И все-таки кое-что полезное из опыта даже такого далекого прошлого, как античная эпоха, мы, несомненно, извлекли.

Прежде всего мы познакомились с самыми истоками развития геологических представлений и техники горного дела. Это позволяет нам по-иному, более глубоко взглянуть на современные пути и тенденции развития данных отраслей человеческого знания. На основе опыта древних можно сделать и ряд полезных рекомендаций, провести некоторые поучительные параллели.

Античная эпоха была переходной. Заканчивался бронзовый век и начинался железный. В известном смысле наша эпоха также является переходной: идет смена общественно-экономических формаций, интенсивно развиваются производительные силы. В античные

времена любое достижение в области техники вообще требовало затрат огромного труда и внедрялось в производство чрезвычайно медленно. Тем очевидней становится тот поистине фантастический прогресс в технике, который связан с научно-технической революцией, гигантские масштабы которой мы наблюдаем каждый день.

Логика развития производства горных и изыскательских работ древних учит, что нельзя успешно заниматься никаким делом, не изучив ранее накопленного опыта. Убедительным свидетельством этого является трактат Витрувия.

Вопросы охраны окружающей человека природной среды поднимались и в античную эпоху. Они возникли одновременно с развитием производительных сил и являются исторически обоснованными и необходимыми.

Зарождение геотехнологических методов добычи полезных ископаемых (без непосредственного участия человека) также следует отнести к глубокой древности.

Метод увеличения дебита колодцев (водоснабжения) за счет создания дополнительных водоприемных полостей (так называемый метод лучевых водозаборов) также был известен в античную эпоху. Этот метод позволяет при меньших затратах увеличить дебит источника.

Советы и рекомендации античных мыслителей по методам разработки месторождений, организации горного производства, методологии научного и практического поиска, вопросам постановки и решения общих и частных задач, использования связи геологической науки с практикой, умелому сочетанию государственной потребности и личной заинтересованности актуальны и в наши дни.

В заключение отметим, что, оценивая в целом достижения античного мира в любой области человеческой деятельности, в том числе в горно-геологической отрасли, нельзя пренебрежительно относиться к ним. Работы древних авторов имеют огромную ценность. Чтобы высказать мысли, идеи, предположения, которые будут волновать умы людей на протяжении тысячелетий, нужно хорошо разбираться в современных проблемах, вносить личный вклад в их разрешение, а главное, видеть далеко вперед. Древние ученые этими качествами обладали в полной мере.

Приложение

ВИДЫ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В АНТИЧНУЮ ЭПОХУ

Сырье	Области использования
Вода	Питьевые и хозяйственные нужды; ремесленное производство (строительное, гончарно-керамическое и кузнечное дело, в частности закалка стали); горные работы, например для резкого охлаждения нагретой горной породы с целью ее разрушения и т. д.; орошение и полив при сельскохозяйственных работах; медицина
Минеральная вода	Лечебные цели; питьевые и хозяйственные нужды; ремесленное производство; культовые потребности («священные» источники)
Поваренная соль	Пищевые нужды; удобрения; в редких случаях для строительства
Природный камень	Строительство сооружений гражданского, культового и отчасти жилищного назначения; строительство крепостных стен и укреплений; дорожное и мостовое строительство; металлургия (изготовление форм); изготовление каменных орудий (кремни для высекания огня, мельничные жернова, точильный камень и др.), домашней утвари, надгробий, саркофагов, стел; для долговременных публичных надписей, сплошных и составных колонн, статуй, колоссов и т. д.; изготовление металлических снарядов (для катапульт, пращи и т. д.); использование в качестве балласта и заполнителя; удобрения
Глина	Производство строительных материалов (саманные и обожженные кирпичи, черепица, водопроводные и канализационные трубы); обмазочные и скрепляющие (вяжущие) растворы и др.; изготовление посуды, ламп, статуэток и саркофагов; металлургия, в частности изготовление форм для заливки расплавленных металлов: золота, серебра, меди и др.
Песок и гравий	Строительство (засыпка фундаментов, приготовление вяжущего материала, кирпичей, в качестве примеси к штукатурке, дорожные насыпи, намыв искусственных островов); изготовление стекла; использование в качестве абразива для полировки и разрезания камней, сыпучего наполнителя и удобрений; цветной песок применялся для приготовления красок

Продолжение приложения

Сырье	Области использования
Известняк	Строительство (приготовление извести и известковых растворов, использование в качестве обмазочного материала, возведение стен зданий и сооружений и т. п.); изготовление саркофагов, надгробий, стел
Мрамор	Строительство (главным образом в качестве отделочного декоративного материала); изготовление статуй, саркофагов, надгробий, предметов домашней и храмовой утвари; виноделие (в качестве добавок к вину)
Гипс	Строительство (приготовление обмазочного и связующего материала для тонкой отделки стен); изготовление форм для отливки бронзовых скульптур и других металлических изделий; рельефные изображения на зданиях
Мел	Строительство; приготовление белой краски; пищевое производство (в качестве добавок); чистка серебра
Медь	Использование для получения бронзы; изготовление орудий труда, инструментов, приборов, бронзовых статуй, медных досок и плит для надписей, цветного стекла; военные нужды (изготовление металлических частей осадных машин оборонительных сооружений, копий, пик, секир, мечей, дротиков, наконечников для стрел, шлемов, щитов, поножей, панцирей, медных труб и т. д.); кораблестроение; горное дело; строительство; домашняя утварь, посуда, металлические части рыболовных снастей и гарпунов; емкости для хранения жидкостей; использование в качестве примесей к различным сплавам; медицинские цели (изготовление хирургических инструментов, лечебных препаратов); культовые нужды; чеканка медной монеты; приготовление красок (из медных окислов)
Олово	Использование для получения бронзы; изготовление косметических снадобий, сосудов для лекарств, изделий усложненных форм, зеркал
Железо	Военные нужды (изготовление оружия — мечей, пик, клинков, дротиков, воинских доспехов и т. д.; оснастка военных, главным образом осадных, машин — железные части машин, кованные наконечники таранов, цепи; оснастка военных кораблей — бивни, якоря, цепи, крюки для захвата неприятельских кораблей, «кошки», ограждения; изготовление механических устройств оборонительных сооружений — механические «руки» Архимеда, обивка и металлические части крепостных ворот); ремесленное производство (различные орудия и инструмент); орудия для обработки камней; кузнечные и литейные работы, сапожное

Продолжение приложения

Сырье	Области использования
Свинец	и плотничное дело; различный инструмент (молоты, наковальни, лопаты, топоры, пилы, напильники, сверла, буравы, резцы, клинья, заступы, кайла, гвозди, оковка трамбовок и др.); сельское хозяйство (плуги, заступы, сошники, бороны, лопаты, мотыги, грабли, косы, серпы, ножи, топоры, шипцы и т. д.); строительство (железные части строительных конструкций, в том числе скобы, пироны, гвозди, обивка и т. д.); бытовые нужды (посуда, ножи, бритвы, скребки, замки, запоры, крюки, другая домашняя утварь); изготовление денежных и других видов знаков (Спарта, Клазомены, Византия); примеси к сплавам (в том числе к бронзе); изготовление статуй; красители (окись железа, красная железная охра и др.); медицина (изготовление хирургических инструментов); культовые нужды (различная храмовая утварь) Строительство (заливка отверстий при скреплении камней железными скобами, изготовление водопроводных и канализационных труб, скреп для колонн, бронзовых и мраморных статуй; использование в качестве тяжелого балласта и наполнителя, например, в колоссах и др.); военные нужды (изготовление метательных пуль, грузов для сбрасывания на осаждающих с крепостных стен, противовесов на балках таранов и т. д.); кораблестроение (изготовление свинцовых пластин для обшивки кораблей, обручей для бочек, труб для корабельной канализации, противовесов в рукоятках весел для уравнивания и др.); спайка металлов; примеси к различным сплавам (в том числе к бронзе); приготовление красок (свинцовый сурик), косметических белил; использование в качестве тяжелого материала (в частности, грузов при нырянии под воду); изготовление свинцовых клеев и фишек (для игры и входа в театр), различных украшений, статуэток, изготовление зеркал, плит Золото Чеканка монет; средство накопления богатств; изготовление предметов роскоши, ювелирных изделий и украшений, золотых нитей для парадных одежд (туник, военных плащей и т. д.), статуй, дорогой посуды, храмовой утвари; использование в качестве примеси к различным сплавам; медицинские нужды; золочение бронзы Серебро Цинк Драгоценные камни Те же, что и у золота; военные значки Приготовление латуни (из смитсонита) Средство накопления богатств; ювелирные изделия и украшения

Продолжение приложения

Сырье	Области использования
Никель Марганец Натрий Ртуть	В качестве примеси к бронзе и другим сплавам Нейтрализация примесей в стекле Изготовление фаянса Извлечение золота из руды методом амальгамации; очистка золота от примесей; золочение серебра и меди; изготовление зеркал Приготовление красной краски Приготовление желтой краски Приготовление желтой краски; использование в сельском хозяйстве (обмазка виноградных лоз) Приготовление зеленой краски Топливо, металлургия (ковка и плавка металлов); военное дело
Киноварь Охра Мышьяк (сандрак) Малахит Уголь	Приготовление масла для светильников и различных быстровоспламеняющихся горючих смесей Приготовление горючих смесей для военных нужд; виноделие; изготовление замазки В качестве вяжущего материала; масло для светильников; ветеринарные и медицинские цели; смазывание медных предметов, окрашивание бронзы, окраска железных шляп гвоздей и др.
Нефть Смола Асфальт	Приготовление различных горючих смесей, в том числе для огнеметов; медицина; использование в ваяльных мастерских, обкуривание шерсти, в сельском хозяйстве (для борьбы с вредными насекомыми); изготовление фитилей, замазки Приготовление различных горючих смесей В качестве декоративного и прозрачного материала
Сера	Для улучшения качеств почвы при сельскохозяйственных работах, в частности улучшение солончаковой почвы добавлением минеральных примесей, жидких и сухих, не содержащих соли Отопление помещений; удобрения
Селитра Слюда	
Минеральные удобрения	
Торф	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агрикола Г. О горном деле и металлургии. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Агрикола Г. О месторождениях и рудниках в старое и новое время. М., Недра, 1972.
- Античная цивилизация. М., Наука, 1973.
- Аристотель. Сочинения. Т. 3. М., Мысль, 1981.
- Аристотель. Экономика. Пер. Г. А. Тароняна. — Вестник древней истории, 1969, № 3, 217—242 с.
- Арриан. Поход Александра. Пер. М. Е. Сергеевко. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1962.
- Архимед. Сочинения. Пер. И. Н. Веселовского. М., Государственное издательство физико-математической литературы, 1962.
- Вергилий. Энеида. Пер. С. Ошерова. — В кн.: Вергилий, Буколики. Георгики. Энеида. М., 1971, 123—369 с.
- Геродот. История. В 9-ти книгах. Пер. Г. А. Стратоновского. Л., Наука, 1972.
- Гомер. Одиссея. Пер. В. А. Жуковского. М.-Л., Academia, 1935.
- Гомер. Илиада. Пер. Н. И. Гнедича. М.-Л., Academia, 1935.
- Григорян А. Т. Механика от античности до наших дней. М., Наука, 1971.
- Записки Юлия Цезаря и его продолжателей о Галльской войне, о Гражданской войне, об Александрийской войне, об Африканской войне. Пер. М. М. Петровского. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1948.
- Лукас А. Материалы и ремесленные производства Древнего Египта. М., Изд-во иностранной литературы, 1958.
- Максимов М. М. Истоки учения о рудных месторождениях. М., Недра, 1973.
- Материалисты Древней Греции. М., Госполитиздат, 1956.
- Письма Плиния Младшего. Пер. М. Е. Сергиенко, А. И. Доватура и В. С. Соколова. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1950.
- Платон. Собрание сочинений. В 3-х т. Т. 1—3. М., Мысль, 1968—1972.
- Плиний. Естественная история. Пер. В. В. Латышева. — Вестник Древней истории, 1949, № 2, 271—356 с.
- Плутарх. Сравнительные жизнеописания. В 3-х томах. Т. 1—3. Наука, 1961—1964.
- Ребрик Б. М. Из истории бурения скважин. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1977, № 3, 143—147 с.
- Ребрик Б. М. Развитие горно-геологических работ в античном мире. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1975, № 7, 172—181 с.
- Таци. Сочинения. В 2-х томах. Т. 1—2. Л., Наука, 1969.
- Теофраст. О растениях. О камнях. О ветрах. Пер. В. В. Латышева. — Вестник Древней истории, 1947, № 3, 235—315 с.
- Цицерон. Речи. Т. 1, 2. Изд. подготовили В. О. Горенштейн и М. Е. Грабарь-Пассек. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Черных Е. Память культуры. — Знание — сила, 1983, № 1, с. 27—30.
- Эллинистическая техника. Сб. статей под ред. акад. И. И. Толстого. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1948.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3	Как искали воду	64
Вам, читатель!	5	Кто искал полезные ископаемые	66
ГЛАВА I. ОТ АФИН ДО	7	Разведчики недр	67
РИМА		ГЛАВА IV. БОГАТСТВА	70
Что умели древние греки и	7	НАЙДЕНЫ — НАДО ИХ	
римляне		ДОБЫТЬ!	
Кирка и колесо, шахта и горы	10	Для чего в античное время	70
Богатства Матери-Геи	12	проводили земляные работы	
Acva est vita	14	Как добывали полезные	71
Из чего построены храмы	17	ископаемые	
Крепость металла	19	В мрачных штольнях	73
Нетленный пурпур и «гречес-	23	Организация работ на античных	76
кий» огонь		рудниках	
Минеральные удобрения	26	Человек под землей	79
Что поведал Гомер	27	Предшественники Спартака	82
ГЛАВА II. АНТИЧНЫЕ	29	ГЛАВА V. ЭКСКУРСИЯ НА	85
«ГЕОЛОГИ»		АНТИЧНЫЙ РУДНИК	
Что знали в античную эпоху	29	Назначение горных выработок	85
о геологии		Долгий путь по шахте	86
Кто колеблет Землю	34	Чем вели отбойку породы	88
Гнев Плутона	36	Руду наверх!	96
Рождение богатств	37	Как закрепить свод	98
Подземные кладовые	38	Свет под землей, древние	99
Блеск кристалла	40	«вентиляторы»	
Как устроена земная кора	43	Вода прибывает!	101
Отложения рек, морей и озер.	44	Техника безопасности	102
Почему море соленое?		Сквозь толщу пород	104
Целебные источники	46	ГЛАВА VI. АНТИЧНЫЕ	110
Труды Эола и истоки почво-	48	ИНЖЕНЕРЫ-ГЕОЛОГИ	
дення		Трактат Витрувия	110
ГЛАВА III. ДРЕВНИЕ	51	Гениальные догадки	112
РУДОЗНАТЦЫ		Проекты, расчеты	116
Где искать медь и золото?	51	Изучая прошлое — познаем	120
Свидетельствует Агрикола	55	настоящее	
Поиски велись!	57	Приложение	124
Первые карты	59	Список литературы	128
Значение случая и поисковые	61		
методы			

25 коп.



НЕДРА